

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**  
**Departamento de Biblioteconomía y Documentación**



**INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DIGITAL:  
CARACTERÍSTICAS Y SISTEMAS DE RECUPERACIÓN EN  
MÉXICO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Adolfo Medellín Pérez**

Bajo la dirección del doctor

Juan Antonio Martínez Comeche

**Madrid, 2013**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECONOMÍA Y DOCUMENTACIÓN



TESIS DOCTORAL

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DIGITAL: CARACTERÍSTICAS  
Y SISTEMAS DE RECUPERACIÓN EN MÉXICO

Trabajo de investigación que presenta Adolfo Medellín Pérez para la  
obtención del Título de Doctor bajo la dirección del Doctor Juan  
Antonio Martínez Comeche, Profesor Titular de la Universidad  
Complutense de Madrid.

MADRID, 2012

## Tabla de Contenido

### CAPÍTULO 1. OBJETO, MÉTODO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

1.1 Introducción.....	1
1.2 Objeto de estudio y justificación.....	4
1.3 Preguntas de investigación y objetivos.....	8
1.4 Estado de la cuestión.....	9
1.5 Metodología.....	15

### CAPITULO 2. LOS CONCEPTOS DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTO

2.1 Datos, información y conocimiento.....	29
2.2 Proceso informativo y ciclo de vida de la información.....	34
2.3 Gestión de la información.....	39
2.4 Información geográfica.....	43
2.5 Documentación, documentos y su clasificación.....	46
2.6 Documentos geográficos.....	50
2.7 Documentos geográficos analógicos y digitales.....	65

### CAPITULO 3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 Definición y objetivos de los Sistemas de información.....	67
3.2 Clasificación de los Sistemas de información.....	70
3.3 El ciclo de vida de los Sistemas de información.....	75
3.4 Definición de Sistema de información geográfica.....	80
3.5 Elementos de un Sistema de información geográfica.....	87
3.5.1 Hardware.....	87
3.5.2 Software.....	90
3.5.3 Datos.....	93
3.5.4 Procedimientos.....	103
3.5.5 Personas.....	114
3.6 Aplicaciones de los Sistemas de información geográfica.....	116
3.7 Infraestructuras de Datos Espaciales.....	120
3.8 Sistemas de información geográfica en web.....	127

## CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

4.1 Concepto de recuperación de información.....	136
4.2 Etapas de la recuperación de información.....	139
4.3 Modelos utilizados para la recuperación de información.....	141
4.4 Sistemas de búsqueda y recuperación de información en web.....	144
4.5 Agentes inteligentes.....	149
4.6 Sistemas de búsqueda de respuestas.....	152
4.7 Sistemas de recuperación de información geográfica.....	155
4.7.1 Componentes de un sistema de recuperación de información geográfica.....	155
4.7.2 Modelos de sistemas de recuperación de información geográfica.....	163
4.8 Motores de búsqueda geográfica.....	168

## CAPÍTULO 5. ESTÁNDARES DE DATOS Y METADATOS GEOGRÁFICOS

5.1 Introducción.....	175
5.2 Entidades internacionales de normalización.....	175
5.3 Metadatos geográficos.....	185
5.3.1 Objetivo de los metadatos geográficos.....	185
5.3.2 Proyección de los metadatos geográficos.....	186
5.3.3 Estándares de metadatos geográficos.....	186
5.4 Estructuras de metadatos geográficos.....	189
5.4.1 Estructura de los metadatos geográficos según el estándar del FGDC.....	191
5.4.2 Estructura de los metadatos geográficos según el estándar ISO 19115:2003.....	207
5.4.3 Estructura de los metadatos del OpenGIS Consortium.....	214
5.4.4. Estructura de los metadatos del Dublin Core.....	216
5.5 Comparación entre estándares de metadatos.....	217

## CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y RECUPERACIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO. ANTECEDENTES, LEGISLACIÓN Y ESTRUCTURA.

6.1 Antecedentes históricos.....	219
6.1.1 Cartografía.....	219



6.1.2 Geodesia.....	229
6.1.3 Sistemas de información geográfica.....	232
6.2 Legislación sobre los Sistemas de información geográfica en México.....	234
6.3 Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana.....	242
6.4 Otros factores que influyen en el diseño de los Sistemas de información geográfica.....	256
6.5 Principales Sistemas de información geográfica existentes en México.....	264

## CAPÍTULO 7. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO

7.1 Introducción.....	284
7.2 Actores participantes.....	285
7.3 Funcionalidad de los Sistemas de información geográfica.....	290
7.3.1 Finalidad de la creación o incorporación de los Sistemas de información geográfica.....	290
7.3.2 Elementos o componentes que integran los Sistemas de información geográfica.....	291
7.3.3 Módulos funcionales de los Sistemas de información geográfica.....	293
7.3.4 Tipos de desarrollo empleado en los Sistemas de información geográfica.....	294
7.3.5 Desempeño de los Sistemas de recuperación de información geográfica mexicanos en relación con el de otros países.....	296
7.3.6 Importancia de la estandarización y uso de normas de la información geográfica.....	299
7.3.7 Planes de desarrollo relacionados con los Sistemas de información geográfica y su temporalidad.....	302
7.4 Uso de los Sistemas de información geográfica en México.....	304
7.4.1 Principales herramientas de apoyo a la búsqueda y recuperación de información geográfica utilizadas.....	304
7.4.2 Disponibilidad de los Sistemas de información geográfica.....	305
7.4.3 Usuarios habituales de los sistemas.....	306
7.4.4 Niveles de la organización a los que se encuentran vinculados los usuarios del sistema.....	306
7.4.5 Características o aspectos de funcionamiento que hacen a los Sistemas de información geográfica herramientas estratégicas.....	307

7.4.6	Uso de normas, estándares o políticas.....	308
7.4.7	Desarrollo de proyectos de colaboración e intercambio de documentos e información geográfica.....	309
7.4.8	Participación en redes de cooperación.....	309
7.5	Contenidos de los Sistemas de información geográfica.....	311
7.5.1	Importancia de la información geográfica.....	311
7.5.2	Datos que alimentan a los Sistemas de información geográfica.....	314
7.5.3	Confiabilidad de los datos y la información que es posible recuperar...	315
7.5.4	Temáticas principales a las que se orientan los Sistemas de información geográfica.....	316
7.5.5	Temporalidad de la información que se maneja.....	316
7.6	Problemáticas y aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica.....	317
7.6.1	Problemática actual.....	317
7.6.2	Principales aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica en México.....	322

## CAPÍTULO 8. PROPUESTA DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO

8.1	Introducción.....	324
8.2	Definición raíz de Sistema de información geográfica.....	324
8.3	Análisis estructural-funcional-sistémico .....	327
8.3.1	Enfoque de sistemas.....	328
8.3.2	Enfoque funcional.....	336
8.4	Ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica.	336
8.4.1	Ámbito personal.....	337
8.4.2	Ámbito social.....	341
8.4.3	Ámbito organizacional.....	354
8.4.4	Ámbito tecnológico.....	363
8.5	Modelo propuesto.....	373
8.5.1	Dimensión biopsicosocial-organizacional.....	374
8.5.2	Dimensión socio-económica-política.....	377
8.5.3	Dimensión tecnológica.....	382
8.5.4	Integración de las dimensiones del modelo .....	386

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES.....	388
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	394
GLOSARIO.....	420
SIGLARIO.....	442
ANEXO. INSTRUMENTOS DE RECOPILACIÓN DE DATOS.....	452

## Índice de figuras

Figura 1. El espectro del conocimiento.....	33
Figura 2. Elementos del proceso informativo.....	34
Figura 3. Modelos tradicionales de producción de información.....	38
Figura 4. Ciclo de vida de la información.....	39
Figura 5. Proceso de conceptualización y organización geográfica en formatos digitales .....	66
Figura 6. Casos de dengue por municipios de México.....	82
Figura 7. Mapa turístico de Dubai.....	82
Figura 8. Probabilidad de cáncer de tiroides a partir de la explosión nuclear en Chernobyl.....	83
Figura 9. Estudio de erosión de la costa suroeste de Washington.....	84
Figura 10. Tipos de bosques por grupos en Estados Unidos de América.....	85
Figura 11 Lluvia ácida en Europa.....	85
Figura 12. Mapa de peligros para flujos piroclásticos en el volcán de fuego de Colima.....	86
Figura 13. Análisis de rutas.....	87
Figura 14. Dispositivos de entrada de datos.....	88
Figura 15. Graficador o plotter (dispositivo de salida de datos) .....	89

Figura 16. Organización de los datos espaciales por capas temáticas.....	94
Figura 17. Modelo de representación raster.....	95
Figura 18. Ejemplo de imagen raster.....	96
Figura 19. Primitivas de dibujo para representación de elementos geográficos.....	97
Figura 20. Modelo de representación vectorial .....	98
Figura 21. Modelo de representación triangular .....	99
Figura 22. Modelo de bases de datos de malla o red. ....	101
Figura 23. Modelo de bases de datos jerárquico.....	101
Figura 24. Modelo de bases de datos relacional.....	102
Figura 25. Modelo de bases de datos orientados a objetos.....	102
Figura 26. Ejemplo de una base de datos geográfica.....	103
Figura 27. Ejemplo de un sistema de consulta electrónica de un Sistema de información geográfica .....	114
Figura 28. Integración de las tecnologías de los Sistemas de información geográfica.....	120
Figura 29. Sistema de información geográfica distribuido simple.....	127
Figura 30. Arquitectura de publicación de mapas estáticos.....	128
Figura 31. Componentes básicos de un Sistema de información geográfica en internet.....	130

Figura 32. Servidor de mapas y de datos distribuidos .....	130
Figura 33. Objetos genéricos de gestión de información espacial.....	132
Figura 34. Especificaciones del <i>Open Geospatial Consortium</i> .....	133
Figura 35. Integración de la información geográfica (IG) y las tecnologías de información (TI) en el estándar ISO 19101: 2002 (E).....	134
Figura 36. Modelo de referencia de la arquitectura ISO.....	135
Figura 37. Características principales de la recuperación de datos y la recuperación de información.....	137
Figura 38. Proceso de recuperación de información .....	140
Figura 39. Taxonomía de los modelos de recuperación de información.....	142
Figura 40. Comparación de tres paradigmas diferentes de recuperación de información geográfica.....	166
Figura 41. Arquitectura agregada de un motor de búsqueda geográfica.....	168
Figura 42. Diferentes formas de adquisición de información geográfica.....	171
Figura 43. Contenido de la especificación OpenGis (Versión 4, 1999).....	178
Figura 44. Estándares la Organización Internacional de Estandarización (ISO) relacionados con la Información Geográfica.....	184
Figura 45. Metadatos espaciales propuestos por el <i>Federal Geographic Data Committee</i> (FGDC) .....	192
Figura 46. Información de los metadatos de identificación.....	194

Figura 47. Información de los metadatos de calidad de los datos.....	196
Figura 48. Información de los metadatos de organización de los datos espaciales...	197
Figura 49. Información de los metadatos de referencia espacial.....	199
Figura 50. Información de los metadatos de entidad y atributos.....	201
Figura 51. Información de los metadatos de distribución.....	203
Figura 52. Información de la referencia de los metadatos.....	204
Figura 53. Paquete de metadatos y relaciones entre entidades en la norma ISO 19115:2003 .....	208
Figura 54. Núcleo de metadatos requeridos en la norma ISO 19115:2003.....	209
Figura 55. Dependencias temáticas de la Especificación Abstracta del Open GIS Consortium .....	214
Figura 56. Clases de metadatos y sus relaciones .....	215
Figura 57. Modelo de la Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDEMex)....	243
Figura 58. Componentes y elementos de la dimensión humana de la IDEMEX.....	244
Figura 59. Modelo de productores y usuarios de la IDEMEX.....	245
Figura 60. Elementos de capital humano de la IDEMEX .....	246
Figura 61. Niveles y elementos de fortalecimiento institucional IDEMEX.....	248
Figura 62. Componentes y elementos de la dimensión técnica IDEMEX.....	249

Figura 63. Elementos del modelo de datos de la IDEMex .....	250
Figura 64. Clasificación de los datos espaciales.....	251
Figura 65. Modelo conceptual para las normas técnicas IDEMex.....	253
Figura 66. Modelo de tecnología IDEMex .....	254
Figura 67. Instituciones de Educación Superior que ofrecen la licenciatura en Ingeniería Geomática en México.....	257
Figura 68. Atlas nacional interactivo de México.....	265
Figura 69. Mapa digital de México.....	267
Figura 70. Información referenciada geoespacialmente integrada en un sistema (IRIS).....	268
Figura 71. Gateway institucional de metadatos geográficos INEGI.....	269
Figura 72. Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1'000,000.....	270
Figura 73. Espacio digital geográfico.....	271
Figura 74. Mapas del medio ambiente de México.....	273
Figura 75. Cartografía en línea.....	274
Figura 76. Sistema de información geográfica del agua (SIGA).....	275
Figura 77. Atlas digital del agua .....	275
Figura 78. Sistema nacional de Información geográfica sobre diversidad.....	276



Figura 79. Sistema de información geográfica de áreas naturales protegidas.....	277
Figura 80. Servicio meteorológico nacional.....	278
Figura 81. Sistema de información geológico-minera.....	279
Figura 82. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP).....	280
Figura 83. Atlas nacional de riesgos.....	281
Figura 84. Sistema nacional interactivo de información geográfica, epidemiológica y de riesgos a la salud (SINIIGERSA).....	282
Figura 85. GeoSEP – Mapa educativo.....	283
Figura 86. Participantes encuestados por sector de procedencia.....	286
Figura 87. Gráfica de participantes encuestados por sector de procedencia.....	286
Figura 88. Participantes encuestados por tipo de actor .....	287
Figura 89. Participantes entrevistados por sector de procedencia.....	287
Figura 90. Gráfica de participantes entrevistados por sector de procedencia.....	288
Figura 91. Gráfica de la forma en cómo se desarrollan los Sistemas de información geográfica .....	294
Figura 92. Gráfica de la existencia de planes de desarrollo relacionados con Sistemas de información geográfica .....	303
Figura 93. Gráfica de la temporalidad de los planes de desarrollo relacionados con Sistemas de información geográfica .....	303
Figura 94. Gráfica de la disponibilidad de los Sistemas de información geográfica...	305

Figura 95. Gráfica de la proporción de usuarios de acuerdo a sus niveles en la organización .....	307
Figura 96. Gráfica de la proporción de uso de normas, estándares o políticas.....	308
Figura 97. Gráfica de la proporción de participación en proyectos de colaboración...	309
Figura 98. Gráfica de la participación en redes de cooperación.....	310
Figura 99. Gráfica de la temporalidad de la información utilizada.....	317
Figura 100. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte I).....	329
Figura 101. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte II).....	330
Figura 102. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte III).....	331
Figura 103. El suprasistema del sistema motivo de estudio.....	335
Figura 104. Ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica.....	336
Figura 105. Prioridades en el proceso de estructuración de problemas públicos.....	345
Figura 106. Cronología de los enfoques modernos de organización.....	356
Figura 107. Aspectos considerados en cada uno de los ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica.....	373
Figura 108. Dimensiones del modelo propuesto.....	374
Figura 109. Dimensiones y aspectos/elementos del modelo propuesto.....	387

# Capítulo 1. Objeto, método y estado de la cuestión

## 1.1 Introducción

Desde hace más de treinta años, un conjunto de transformaciones económicas y sociales han cambiado la base material de la sociedad. Uno de los fenómenos más espectaculares asociados a este conjunto de transformaciones ha sido la introducción generalizada de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los diversos ámbitos de nuestra vida.

Con la adopción de las tecnologías, las sociedades han experimentando un cambio radical en las formas en que se genera, se apropia y se utiliza el conocimiento. Asimismo, estos cambios afectan a los escenarios intelectual, cultural y social, dando origen a una nueva sociedad caracterizada por el predominio de la información y el conocimiento<sup>1</sup>.

Así, el incremento de las técnicas de obtención, manejo y manipulación de datos, la evolución y diversificación de soportes y formatos para el procesamiento, almacenamiento, impresión y presentación de textos, imágenes, audio, animaciones, pintura, dibujo, fotografía, cine, entre otras, se han conjuntando y generado la sociedad digital.

La naturaleza de la información digital expresada en bits, tiene su importancia en la posibilidad que ofrece de codificar en un lenguaje común, elementos de diferentes naturalezas y que por lo tanto utilizan diversas formas y medios de comunicación, conviviendo y utilizándose todos ellos en función del tipo de información de que se trate<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Castells, M. *Internet y la Sociedad Red. Lección inaugural del programa de doctorado sobre sociedad de la información y del conocimiento* en Universitat Oberta de Catalunya – UOC. Boletín 33 de Catalunya. Catalunya, 2001.

<sup>2</sup> Aguirre Romero, J. M. *El futuro del libro*. Universidad Complutense de Madrid, 1997. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/especulo/numero5/futlibro.htm> [Consulta: 18-03-2012]

Dentro de las ventajas de este tipo de información está el poder acceder a ella en cualquier momento y desde cualquier lugar en los que se tenga acceso a los servidores donde reside la información, mientras que el acceso a los medios físicos carece de esa flexibilidad<sup>3</sup>.

Por su parte, la evolución de la Informática y el desarrollo de sistemas de información apoyados en computadoras, han permitido el manejo cada vez más eficiente de grandes cantidades de datos y transformarlos en información útil para amplios colectivos, empresas o personas, aumentando la colaboración e incrementando el ritmo y la profundidad de los descubrimientos.

Las posibilidades generadas por las tecnologías en relación con la disponibilidad y el proceso distribuido de datos, ha generado la aparición de nuevas filosofías y prácticas, como es el caso del movimiento de Datos Abiertos (*open data* en inglés) en el que se propone que diversos datos de interés público estén disponibles de forma libre a todo el mundo sin restricciones de copyright, patentes u otros mecanismos de control, tales como la información geográfica, la información meteorológica, el genoma, los compuestos químicos, formulas matemáticas y científicas, datos médicos, biodiversidad, entre otros<sup>4</sup>.

Por ejemplo, el proyecto del genoma humano no se reduce a una base de datos genéticos, sino a la suma de las contribuciones de los científicos, a la de diversos resultados experimentales, a las discusiones que tienen lugar en diferentes foros y a otros recursos relacionados con este<sup>5</sup>.

Internet también ha jugado un papel muy importante, al integrar en un único soporte toda esa diversidad de formatos de información digital y que constituye una de las formas de organización y trabajo más extendida en las sociedades actuales. No obstante su aceptación y uso, el crecimiento de la red ha sido incontrolado y como resultado se tiene una web compleja y heterogénea en donde la organización y

---

<sup>3</sup> Negroponte, N. *El mundo Digital (Being digital)*. Barcelona, 1995. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/50946/Nicholas-Negroponte-El-mundo-digital> [Consulta: 20-08-2012].

<sup>4</sup> Este movimiento tiene una ética similar a otros movimientos y comunidades abiertos, como el código abierto (*open source* en inglés) y el acceso libre (*open access* en inglés).

<sup>5</sup> Chías Navarro, P. *Los sistemas de información geográfica (I). Introducción y conceptos generales*. UPM, Madrid, 1997. p. 3

recuperación de información sobre cualquier tema se dificulta y requiere de herramientas eficaces.

Esta eficacia en la recuperación de información para cubrir las diversas necesidades y apoyar al proceso de generación de conocimiento en un entorno por demás rico en información, es un factor clave en todos los procesos y actividades llevados a cabo en nuestra sociedad, revistiendo por tanto, una gran importancia.

Otro aspecto relacionado con la naturaleza de la información y que está presente en muy diversas situaciones en nuestros días, es la componente espacial asociada a una gran cantidad de datos manejados por instituciones y empresas públicas y privadas, es la liga que guarda la información con un hecho o sitio geográfico. Los camiones de bomberos, por ejemplo, se envían a su destino a través de la ruta más corta posible; las aportaciones económicas de los gobiernos a las entidades locales se basan frecuentemente en la distribución geográfica de la población; las enfermedades se estudian gracias a la identificación de las áreas en donde se producen y de la velocidad con la que se expanden.

Las alusiones referidas hacen evidente que muchas de las actividades humanas se desarrollan en un ámbito espacial, en el cual el hombre actúa e interactúa o ejerce cambios sobre diversos elementos. Por este motivo es que el control sobre el territorio, y por tanto, sobre la información referente a él, ha sido considerado siempre un factor clave<sup>6</sup>.

Una de las principales herramientas de trabajo para investigadores, analistas, planificadores y personas de muy diversos ámbitos que tienen como insumo la información relacionada con diversos niveles de agregación espacial o territorial son los Sistemas de información geográfica, que permiten manipular con eficacia este tipo de información, apoyando su accesibilidad, exactitud y en general el análisis y la toma de decisiones.

El adecuado manejo, almacenamiento, administración, organización y el proceso de recuperación de datos espaciales o geográficos revelan una importancia creciente en nuestro tiempo y se extienden a una gran cantidad de ámbitos y con ello se genera un fenómeno multiplicador en el desarrollo de nuevas aplicaciones y

---

<sup>6</sup> Goertz, G. & Diehl, P. F. *Territorial changes and international conflict*. Routledge. Nueva York, 1992.

posibilidades de uso, tal es el caso de los motores de búsqueda de Internet que cada vez se orientan más en la asociación de la información con su referente geográfico.

En el presente trabajo se parte del interés por estudiar la información geográfica digital, así como los sistemas actuales de búsqueda y recuperación de este tipo de información bajo el enfoque de la Documentación, es decir, importa aquí el estudio de la información geográfica, su naturaleza y sus características en cuanto a organización, acceso y gestión, con el fin de aportar un modelo que apoye al tratamiento de la información geográfica y su eficiente recuperación en México.

## **1.2 Objeto de estudio y justificación**

La recuperación de información surge con la Documentación como un parte esencial de ésta, e involucra en su teoría y práctica a otras ciencias como la Psicología Cognitiva, la Arquitectura de la Información, el Diseño de la Información, el Comportamiento Humano hacia la Información, la Lingüística, la Semiótica, la Informática, la Cibernética, la Inteligencia Artificial, entre otras.

A través del tiempo, la recuperación de información también ha recibido la denominación de *Teoría de recuperación de información*. Con cualquiera de estas dos acepciones, desde los años sesenta autores como Salton, Van Rijsbergen, Lancaster, Fox, Marchionini, Blair, Baeza-Yates, Croft, Cleverdon o Sparck Jones, entre muchos otros, han sentado las bases y profundizado en la recuperación automatizada de información.

Entre sus técnicas auxiliares, la recuperación de información cuenta con las propias del Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP, *Natural Language Processing*), entre las que destacan: el *stemming* (reducción a la raíz de las palabras) y el Reconocimiento de Entidades de Nombre (NER, *Named Entity Recognition*) que trata del reconocimiento de términos relativos a personas, lugares, organizaciones o periodos cronológicos. Actualmente se investiga también el empleo de etiquetadores léxicos, lematizadores, pasando por herramientas de nivel sintáctico hasta llegar a técnicas de análisis semántico y contextual.

Los Sistemas de recuperación de información geográfica por su parte, son sistemas que combinan la recuperación de información y de datos del tipo geográfico a través de lenguajes de consulta que utilizan iconos y lenguaje natural, indexación automática y estandarización de la información geográfica.

Siendo que la información geográfica se refiere a cualquier información que hace referencia a un sitio, una entidad u organización en alguna parte de la Tierra, existen documentos visuales como mapas, imágenes de satélite, fotografías aéreas y otros documentos textuales como descripciones o encuestas de campo, documentos técnicos, reportes, entre otros, tanto en formato impreso como en formato electrónico, que son posibles recuperar, entrelazar, analizar y generar nuevos productos con el propósito de dar respuestas a necesidades específicas por parte de quien lo requiera.

Los modelos de recuperación de información geográfica cubren un amplio rango de búsquedas que van desde la localización de conceptos-ubicación (por ejemplo, documentos relevantes con respecto a un tema y a una región), determinando alcances geográficos de búsqueda (regiones de interés), a partir de una palabra o conjunto de palabras (Ciudad de México), así como la localización de elementos resultantes del análisis espacial, como puede ser la localización de poblados cercanos a las autopistas o carreteras principales, aplicando para ello criterios de cercanía.

La relevancia de los Sistemas de recuperación de información geográfica, dada la naturaleza de este tipo de información, se basa en cuatro componentes principales asociados: una componente espacial, que describe los elementos en función de su posición en la superficie terrestre; una componente temática, en función de sus atributos o características descriptivas; una componente temporal y las relaciones espaciales<sup>7</sup>.

Por ejemplo, cuando se analizan los datos de un censo de población se fija la dimensión temporal (año censal), se controla la variación de la dimensión espacial (secciones censales), se miden las características socioeconómicas (dimensión temática) y se analizan algunos otros fenómenos asociados, como los movimientos migratorios. Otro ejemplo puede ser en cuanto a la interpretación de una imagen de

---

<sup>7</sup> Aronoff, S. *Geographic Information Systems. A management perspective*. WDL Publications. Canada, 1991.

satélite: se fija el tiempo (fecha y hora de la toma), se controla la variación espacial (información referida a los píxeles y al área cubierta por la imagen) y se miden los atributos (radiación emitida por la superficie de la Tierra para conocer los usos de suelo, por ejemplo).

En los últimos años se han probado diversas técnicas para el desarrollo de algoritmos que permiten recuperar eficientemente información espacialmente referenciada para diversos fines, sin embargo la tendencia actual de estos sistemas es que el usuario pueda interactuar para desplegar, analizar y modelar información geográfica distribuida en múltiples servidores para cubrir sus necesidades, lo cual implica una gran cantidad de cuestiones y factores que deben ser considerados para poder conjuntar y ofrecer estos servicios en tiempo y forma.

Por lo anterior, la propuesta de este trabajo consiste en realizar un diagnóstico que permita conocer la situación actual de los Sistemas de información geográfica en México, así como la problemática a la que se enfrentan y los principales aspectos de mejora relacionados con ésta, y con ello potenciar su desarrollo y utilización.

## **Justificación**

Ante el crecimiento exponencial de la información y al desarrollo de colecciones cada vez más grandes en formato digital, se hace ineludible la necesidad de contar con procedimientos automatizados de descripción y recuperación de información de todo tipo.

Esta automatización supone, la superación de la indización manual (referida a la construcción manual de representaciones más o menos formales del contenido de cada uno de los documentos) y la superación en ciertas circunstancias de lenguajes controlados (utilizados para construir dichas representaciones) orientándose mucho más al uso del lenguaje natural, tanto de los documentos, como en la expresión de las necesidades de información por el usuario<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Gómez-Díaz, R. *La lematización en español: una aplicación para la recuperación de información*. Trea. España, 2005. pp. 21



Los motores de búsqueda asociados con los navegadores de internet son utilizados para encontrar información relacionada con cualquier tema de actividad humana y una gran proporción de esa información está relacionada con espacios o lugares geográficos, e incluso con nombres de lugares como parte de los términos de la consulta.

La creciente importancia de la información geográfica para su uso en nuevos servicios móviles e internet, así como la alta producción documental relacionada con elementos geográficos y la proliferación de bases de datos y bibliotecas digitales geográficas (*geolibraries*) hacen cada vez más necesario el concurso de modalidades automatizadas de representación y consulta de esta información.

La recuperación de información geográfica en este contexto resulta trascendente, ya que se requiere de contar con mecanismos eficientes y eficaces para la recuperación exclusivamente de la información pertinente en colecciones que alcanzan tamaños inimaginables. Lo anterior podría conseguirse esencialmente de dos maneras complementarias:

Una, es la de aumentar la precisión de un Sistema de recuperación de información geográfica a través del empleo de algoritmos y modelos eficientes que tomen de los actuales lo mejor y que mediante adecuaciones produzcan resultados superiores.

Otra es, realizar un análisis que permitiera identificar las necesidades de información geográfica, la problemática que se tiene, la identificación de los factores que deben ser considerados para el diseño de un Sistema de información geográfica en su concepción más amplia y con ello hacer el planteamiento para el desarrollo de un modelo que reúna las características y componentes identificados, lo que para el caso de la presente investigación, da la pauta del trabajo a realizar.

### 1.3 Preguntas de investigación y objetivos

La pregunta general que alienta a esta investigación es la siguiente:

¿Tienen los Sistemas de información geográfica actuales las características, en cuanto a los aspectos técnicos y de organización, requeridos para su eficiente operación en vista a solventar las necesidades de este tipo de información a sus diferentes tipos de usuarios?

Adicionalmente, las preguntas específicas que se establecen son:

1. ¿Qué importancia tiene la información geográfica?
2. ¿Cuál es la situación actual de los Sistemas de información geográfica?
3. ¿Cuáles son las herramientas de apoyo a la representación que se utilizan?
4. ¿A qué problemática se enfrentan?
5. ¿Cuáles son los aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica y qué propuestas de solución se tienen?

Por lo anterior y buscando dar respuesta a las interrogantes planteadas, los objetivos propuestos para el estudio se orientan principalmente al contexto mexicano y son los siguientes:

1. Realizar un diagnóstico que permita conocer la situación actual de los Sistemas de información geográfica, así como la principal problemática a la que se enfrentan y los aspectos de mejora relacionados con ella, con la finalidad de potenciar su desarrollo y utilización.
2. Diseñar y proponer un modelo de Sistema de información geográfica en el cual se integren sus componentes centrales, tanto conceptuales como funcionales.
3. Constatar la importancia del uso de la información geográfica en México y, por tanto, la necesidad de mejorar los Sistemas de información geográfica en el país para apoyar la toma de decisiones y la gestión de este tipo de información.

## 1.4 Estado de la cuestión

Referente a la recuperación de información geográfica, se puede decir que a la fecha se han desarrollado y probado una gran cantidad de técnicas que van desde el uso de diccionarios para la identificación de entidades, hasta sistemas apoyados en la Inteligencia Artificial.

El interés creciente en torno a las herramientas de recuperación de información para acceder a recursos teniendo como base el contexto de la información geográfica, tanto para fines comerciales como académicos, ha requerido desarrollar una metodología para evaluar el desempeño y comparar las diferentes técnicas utilizadas<sup>9</sup>.

Asimismo, existen foros internacionales en investigación de recuperación de información en donde se evalúa la recuperación de información geográfica, tales como la *Text Retrieval Conference* (TREC)<sup>10</sup> de alcance mundial, el *Cross Language Evaluation Forum* (CLEF)<sup>11</sup>, a nivel europeo; la *National Institute of Informatics* (NTCIR)<sup>12</sup>; el *Special Interest Group of Information Retrieval* (SIGIR) de la *Association for Computing Machinery* (ACM)<sup>13</sup> y la *American Society for Information Science and Technology* (ASIST)<sup>14</sup>.

Un primer experimento para evaluar la recuperación de información geográfica (Geo-IR) se estableció en el marco del *Cross Language Evaluation Forum* (CLEF) en el 2005<sup>15</sup>. Algunos de las competencias específicas evaluadas en el GeoCLEF son: 1)

---

<sup>9</sup> Clough, P. & Sanderson, M. *A proposal for comparative evaluation of automatic annotation for geo-referenced documents*. En: *Proceedings of the Workshop on Geographic Information Retrieval* at SIGIR 2004.

<sup>10</sup> Text Retrieval Conference (TREC). Disponible en: <http://trec.nist.gov/> [Consulta: 18-08-2012].

<sup>11</sup> Cross Language Evaluation Forum (CLEF). Disponible en: <http://clef.isti.cnr.it/> [Consulta:18-08-2012].

<sup>12</sup> National Institute of Informatics (NTCIR). Disponible en: <http://research.nii.ac.jp/ntcir/index-en.html> [Consulta:18-08-2012].

<sup>13</sup> Special Interest Group of Information Retrieval(SIGIR). Disponible en: <http://www.sigir.org/> [Consulta: 18-08-2012].

<sup>14</sup> American Society for Information Science and Technology (ASIST). Disponible en: <http://www.asis.org/> [Consulta:18-08-2012].

<sup>15</sup> La información relacionada puede ser consultada en el sitio de la GeoCLEF - Geographical Cross Language Evaluation Forum, referida al año 2005. Disponible en: <http://ir.shef.ac.uk/geoclef/> [Consulta: 23/07/2012].

la construcción de ontologías geográficas para apoyar la recuperación de información geográfica; 2) manejo de referencias geográficas en texto; 3) asignación de alcances geográficos a los documentos; 4) ranqueo de documentos de acuerdo a su relevancia geográfica; 5) construcción de interfaces de usuario para la recuperación de información geográfica<sup>16</sup>.

Asimismo, como meta propuesta en la evaluación de la GeoCLEF se estableció que dada una declaración multilingüe que describía una necesidad de un usuario, se debía encontrar los documentos relevantes como fuera posible de todas las colecciones establecidas.

Las necesidades de los usuarios estaban compuestas por descripciones textuales en los idiomas inglés, español, italiano y alemán y las consultas debían estar estructuradas como: "encuentra las historias de desastres en Ginebra" y las relaciones espaciales podían incluir "cerca a", "dentro de X distancia", "al norte de", etc.

Los resultados esperados en la *Text Retrieval Conference* (TREC) y en el *Cross Language Evaluation Forum* (CLEF), debían incluir una descripción corta (título, descripción) y una narrativa más larga que describiera la importancia, además de proporcionar una huella espacial para la pregunta. El análisis espacial no fue requerido en esta tarea, pero podían ser adicionados a los métodos de recuperación basados en texto.

Entre los principales desafíos establecidos estaban: traducir las localizaciones, resolver ambigüedades en las georreferencias, utilizar listas multilingües de los diccionarios geográficos (gazetteers) y combinar texto y métodos espaciales para la recuperación.

La propuesta del GeoCLEF fue muy buena, no obstante las diferentes variables que pueden ser estudiadas y las tareas involucradas son demasiado complejas y se han estado desarrollando propuestas de estándares para la evaluación de tareas

---

<sup>16</sup> Es posible observar que un sistema completo de recuperación de información Geográfica involucra diferentes componentes que interactúan entre sí, pero que éstos pueden beneficiarse con su evaluación por separado.

asociadas con los Sistemas de recuperación de información geográfica como las aportadas por Martins, Silva y Silveira-Chaves<sup>17</sup>.

En cuanto a la bibliografía y documentos relacionados con la Recuperación de Información Geográfica, así como de las diversas técnicas empleadas para ello, son extensos.

Remontándose a los antecedentes de la Teoría de recuperación de información, se sitúa sus inicios entre los años 1930 y 1940, con los trabajos del estudioso del lenguaje George Zipf (1902-1950).

Posteriormente, con la aparición de las primeras computadoras surgió la oportunidad de mejorar la organización y recuperación de grandes cantidades de documentos, naciendo en 1945 la idea de Vannevar Bush de automatizar el acceso a grandes cantidades conocimiento almacenado.

Durante los siguientes años se desarrollaron diversos trabajos bajo la idea de recuperar información apoyados en computadoras, siendo eficientes sobre todo en colecciones pequeñas, pero ya para los ochenta había desarrollos que trabajaban con múltiples usuarios simultáneamente.

La Teoría de la recuperación de información dio un salto cualitativo muy importante con autores como Gerard Salton y C.J. Van Rijsbergen. Salton sistematizó los principios de la Teoría de recuperación de información de tipo algorítmico en un importante trabajo hecho en 1983, que sigue siendo uno de los mejores sobre el campo. Posteriormente, con su libro publicado en 1989, Salton proporcionó una visión sólida y unificada de la disciplina y presentó los procedimientos y conceptos más importantes, sobre todo de la recuperación de información algorítmica. Rijsbergen, por su parte, enriqueció también la Teoría de recuperación de información con estudios de tipo lógico y estadístico.

En 1992 bajo el auspicio del *National Institute of Standards and Technology* (NIST), agencia del gobierno federal de los Estados Unidos, nace la *Text Retrieval*

---

<sup>17</sup> Martins, B.; Silva, M. J.; Silveira-Chaves, M. *Challenges and Resources for Evaluating Geographical IR*. Disponible en: <http://xldb.lasige.di.fc.ul.pt/xldb/publications/grease-evaluation.pdf> [Consulta: 18-08-2012]

*Conference* (TREC)<sup>18</sup>, en la cual se evalúa y promueve el desarrollo y evolución de las técnicas y métodos para la recuperación de información en grandes colecciones y en diversos idiomas, y en sus actas se encuentran los detalles de las investigaciones desarrolladas en este campo.

Finalmente, se considera importante referir, dado lo completo y lo reciente del mismo, el trabajo hecho por F. Cacheda; J.M. Fernández y J. F. Huete<sup>19</sup> quienes han compilado un material muy cabal referido a la recuperación de información bajo una perspectiva docente y formativa, y con un enfoque práctico - multidisciplinar.

En cuanto a los Sistemas de información geográfica (SIG), hay una gran cantidad de trabajos relacionados con ellos desde los años cincuenta, no obstante que de acuerdo a su momento y su situación han utilizando diversos términos para su denominación, tales como los de *Automated Mapping and Facilities Management* (AM/FM), *Land Information System* (sistemas de información territorial), *Computer Aided Design* (CAD).

Como referencia del primer Sistema de información geográfica que logró cierta eficiencia se tiene el SIG-Canadá (CGIS) que fue orientado al manejo de bosques y estaba estructurado más que todo en polígonos, desarrollado por Roger Tolimson, John Herring (quien más tarde creó la empresa INTERGRAPH) y Jack Dangermount (que también posteriormente creara la empresa ESRI, ambas líderes en el mercado actual de software relacionado con los Sistemas de información geográfica).

Autores como Aronoff<sup>20</sup>, Burrough<sup>21</sup>, Carter<sup>22</sup>, Cebrián<sup>23</sup>, Clarke<sup>24</sup>, Cowen<sup>25</sup>, Duecker<sup>26</sup>, Goodchild<sup>27</sup>, Parker<sup>28</sup>, Smith<sup>29</sup>, Star y Estes<sup>30</sup>, Laurini y Thompson<sup>31</sup>,

---

<sup>18</sup> Text Retrieval Conference (TREC). Disponible en: <http://trec.nist.gov/> [Consulta: 23-07-2012].

<sup>19</sup> Cacheda Seijo, F.; Fernández Luna, J. M.; Huete Guádix, J. F. *recuperación de información: Un enfoque práctico y multidisciplinar*. Ed. RA-MA. Madrid, 2011.

<sup>20</sup> Aronoff, S. *Geographic Information System: A Management Perspective*. WDL Publications. Canada, 1989.

<sup>21</sup> Burrough, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Claredon Press. Oxford, 1986.

<sup>22</sup> Carter, J. R. *On defining the Geographic Information System*. En: Ripple W J (ed.) *Fundamentals of Geographic Information Systems: a compendium*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). Congress on Surveying and Mapping (ACSM). Falls Church Virginia, 1989. pp. 3-7.

Maguire, Goodchild y Rhind<sup>32</sup>, Bosque Sendra<sup>33</sup>, Gutiérrez Puebla y Gould<sup>34</sup> y Comas y Ruíz<sup>35</sup>, además de algunas organizaciones como el Departamento de Medio Ambiente de Estados Unidos, Hewlett Packard, la *International Organization for Standardization* (ISO), el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NGCIA) entre otras muchas organizaciones, han sentado las bases al respecto de los Sistemas de información geográfica y han contribuido al desarrollo de esta área del conocimiento.

Actualmente la eficiente recuperación de información geográfica está siendo estudiada desde las áreas de Información Geoespacial y de las Ciencias de la Información y de la Documentación, teniendo estos dos grupos diferentes aproximaciones.

---

<sup>23</sup> Cebrián, J. A. *Sistemas de información Geográfica*. En: Bosque Sendra J. et. al. Aplicaciones de la Informática a la Geografía y a las Ciencias Sociales. Síntesis. Madrid, 1988.

<sup>24</sup> Clarke, K. C. *Advances in geographic information systems*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 10, nos. 3/4, 1986, pp. 175-186.

<sup>25</sup> Cowen, D. J. *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*. En: Proceedings GIS'87 ST. Francisco Second Annual International Conference, Exhibits and Workshops on GIS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54, 1988, pp. 1551-1554.

<sup>26</sup> Dueker, K. J. *Land resource information systems: a review of fifteen years experience*. Geo-Processing Vol. 1, No. 2, 1979, pp. 105-128.

<sup>27</sup> Goodchild, M. F. *Geographic Information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma*. The Operational Geographer. Vol. 8, 1985, pp. 34-38.

<sup>28</sup> Parker, H. D. *The Unique Qualities of a Geographic Information System: A Commentary*. En: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volume 54, No. 11, 1988, pp. 1547-1549.

<sup>29</sup> Smith, N. S. *Data models and data structures for Ordnance Survey*. Proceedings of the Ordnance Survey (SORSA) Symposium. Durham, 1987.

<sup>30</sup> Star, J. y Estes, J. *Geographic Information Systems: An introduction*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.

<sup>31</sup> Laurini, R. y Thompson, D. *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Academic Press. New York, 1992.

<sup>32</sup> Maguire, D. J.; Goodchild, M. F. y Rhind, D. W. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. John Wiley and Sons, Inc. New York, 1991.

<sup>33</sup> Bosque Sendra, J. *Sistemas de información Geográfica*. Ed. Rialp. Madrid, 1992.

<sup>34</sup> Gutiérrez Puebla, J. y Gould, M. *SIG: Sistemas de información Geográfica*. Ed. Síntesis. Madrid, 1994.

<sup>35</sup> Comas, D. y Ruíz, E. *Fundamentos de los Sistemas de información Geográfica*. Editorial Ariel. Barcelona, 1993.

En México, el estudio e implementación de los Sistemas de información geográfica se han hecho en muy diversas instancias y organizaciones, que van desde dependencias gubernamentales y paraestatales, pasando por universidades, hasta llegar a pequeñas empresas privadas.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)<sup>36</sup> es el organismo mexicano que se encarga de recoger, organizar y difundir la información geográfica. Así mismo, mantiene una gran trayectoria histórica y participa activamente en diversas propuestas y desarrollos internacionales que sobre este aspecto se generan.

El Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”, A.C.<sup>37</sup> (también conocido como “Centro Geo”) es una institución académica perteneciente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) dedicada a la investigación, educación, innovación tecnológica y difusión del conocimiento relacionado con la Geografía y la Geomática contemporánea.

Entre las instituciones educativas mexicanas que trabajan con los Sistemas de información geográfica están: la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de las Américas en Puebla, la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad de Colima, la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

En España, el Instituto Geográfico Nacional perteneciente al Ministerio de Fomento (su símil en México es el INEGI) se encarga de los temas de Infraestructuras de datos espaciales, Teledetección, Cartografía, Astronomía, Geodesia y Geofísica. Asimismo, el Instituto de Economía y Geografía como parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y diversas instituciones con mucha tradición en estas disciplinas, están haciendo aportaciones en el área de los Sistemas de recuperación geográfica, entre las cuales están la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Alcalá, la Universidad de Cantabria, la Universidad Complutense de Madrid, entre muchas otras.

---

<sup>36</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx> [Consulta: 23-07-2012].

<sup>37</sup> Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”, A.C. México. Disponible en: <http://www.centrogeo.org.mx/> [Consulta: 23-07-2012]



## 1.5 Metodología

Maddison<sup>38</sup> define *metodología* como un conjunto de filosofías, fases, procedimientos, reglas, técnicas, herramientas, documentación y aspectos de formación.

Asimismo, una metodología integra un conjunto de componentes que especifican:

- Cómo se debe dividir un proyecto en etapas
- Qué tareas se llevan a cabo en cada etapa
- Qué salidas se producen y cuándo se deben producir
- Qué restricciones se aplican
- Qué herramientas se van a utilizar
- Cómo se controla y gestiona el trabajo

De acuerdo con lo anterior, la metodología propuesta para el desarrollo de éste trabajo se describe en los siguientes párrafos.

### Perspectiva Metodológica

Dadas las finalidades de investigación propuestas y que se expresan en los objetivos, se optó por trabajar con la metodología denominada *Estudio de Caso*.

El Departamento de Evaluación de Operaciones del Banco Mundial<sup>39</sup>, define al estudio de caso de la siguiente manera:

---

<sup>38</sup> Maddison R. N. *Information System methodologies*. Wiley Henden, 1983. En Cataldi, Z., Lage, F., Pessacq, R. y García, R. *Ingeniería de Software Educativo*. Disponible en <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/cicie99-ingenieriasoftwareeducativo.pdf> [Consulta: 21/08/2012]

<sup>39</sup> Morra, L. G. y Friedlander A. C. *Evaluaciones mediante el estudio de caso*. Departamento de Evaluación de Operaciones del Banco Mundial. Washington, D.C., 2001. p. 2. Disponible en: [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ESTUDIO\\_CASOS/0950.pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ESTUDIO_CASOS/0950.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

*Un estudio de caso es un método de aprendizaje acerca de una situación compleja. Se basa en el entendimiento profundo de determinada situación, el cual se obtiene a través de la descripción y análisis de la circunstancia aludida. Esta es tomada como un conjunto de factores dentro de su contexto con el objetivo de desarrollar una solución al problema objeto del estudio.*

Las diferentes perspectivas metodológicas dentro de la investigación social, ofrecen ventajas y desventajas de acuerdo al tipo de problema abordado y las condiciones que el contexto específico del mismo presenta. Por lo tanto, al momento de optar por el Estudio de Casos, se tomaron en consideración las cuestiones siguientes:

- El tipo de investigación a desarrollar
- El control que tiene el investigador sobre los acontecimientos que estudia
- La delimitación temporal del problema, es decir, si es un asunto contemporáneo o un asunto histórico.

Bajo este método se atienden preguntas del tipo: "cómo" y "por qué", las cuales asumen un carácter explicativo y tienen la cualidad de conducir fácilmente al estudio de casos, la historia y los experimentos, porque tratan con cadenas operativas que se desenvuelven en el tiempo, más que con frecuencias.

De igual manera, se ubica a este método en la perspectiva llamada naturalista y/o cualitativa, debido a que su interés primordial es el reconocimiento de una situación particular dentro de un contexto específico, antes que la pretensión de buscar la generalización de los hallazgos. Por lo tanto, el interés de esta metodología, está en observar la manera en que aquello que se manifiesta en lo general, toma forma en un caso concreto, tal y como Robert E. Stake señala, que pretender abarcar el examen de la complejidad de un caso particular, es un estudio de la particularidad en un caso singular; empero, que no importa el caso por lo que tiene de único, sino por lo que tiene de común<sup>40</sup>.

Por otra parte, cabe señalar que dentro de esta perspectiva metodológica existen diversas clasificaciones para el estudio de casos. Por ejemplo, de acuerdo con

---

<sup>40</sup> Stake, R. E. *Investigación con estudio de casos*. Ed. Morata. Madrid, 1999.

Yin<sup>41</sup>, una primera clasificación se deriva en función del tipo de objetivos y de la profundidad a la que aspira la estrategia de investigación utilizada, a saber:

- Descriptivos, cuyo propósito es analizar cómo ocurre un fenómeno organizativo dentro de su contexto real.
- Exploratorios, que tratan de familiarizarse con un fenómeno o una situación sobre la que no existe un marco teórico bien definido.
- Ilustrativos, que ponen de manifiesto las prácticas de gestión de las empresas más competitivas.
- Explicativos, que tratan de desarrollar o depurar teorías, por lo que revelan las causas y los procesos de un determinado fenómeno organizativo.

Otra clasificación es la propuesta por Stake<sup>42</sup>, la cual se divide en:

- Intrínsecos, para comprender mejor el caso.
- Instrumentales, para profundizar en un tema o afirmar una teoría.
- Colectivos, cuyo interés radica en la indagación de un fenómeno dentro de una determinada población, es decir, se estudian varios casos.

Una vez que se analizaron las tipologías anteriores, se optó por asumir un estudio de caso de tipo instrumental, dado que el interés no se agota solo en la comprensión del caso, sino que ha pretendido generar un modelo. Por lo anterior se puede decir, que el estudio de caso apoya en la profundización del tema a tratar, además de reafirmar las teorías presupuestadas.

Finalmente es de señalar otra cualidad de la metodología del estudio de caso, que consiste en la posibilidad de integrar múltiples disciplinas, técnicas e instrumentos, que para el caso del presente trabajo, en el plano metodológico, ha posibilitado la

---

<sup>41</sup> YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. Applied Social Research Methods Series. SAGE. London, 1994.

<sup>42</sup> Stake, R. E. *Investigación con estudio de casos*. Ed. Morata. Madrid, 1999.

articulación del estudio de casos con el de investigación documental, el enfoque de sistemas, así como otras técnicas de recopilación y análisis de información.

### **Diseño metodológico**

Para la elaboración del diseño metodológico del presente trabajo se tomaron en cuenta, en primera instancia, los tres grandes momentos en que éste se desarrolló, los cuales fueron:

- 1) La realización de la investigación documental y elaboración de la fundamentación conceptual inicial, así como del primer esbozo operativo del proyecto.
- 2) El desarrollo de la investigación social, apoyada en el diseño y aplicación de diferentes estrategias para el acopio de datos e información provista por diversos actores sociales y líderes de opinión.
- 3) El diseño del modelo propuesto de un Sistema de información geográfica en su concepción más amplia.

A partir de estos tres momentos y desde un punto de vista operativo, se definieron las tres etapas que conforman la estructura del diseño metodológico y las cuales se describen a detalle más adelante.

Por otra parte, en lo que respecta al dispositivo para garantizar la fiabilidad y el rigor lógico de este diseño metodológico, se aplicó una estrategia de triangulación o contrastación de información, la cual en la tradición de investigación en la que se aplican los estudios de caso, se suele usar con mucha frecuencia.

De acuerdo con Blaiki<sup>43</sup>, el principal objetivo de todo proceso de triangulación es incrementar la validez de los resultados de una investigación mediante la depuración de las deficiencias intrínsecas de un solo método de acopio de datos y el control del sesgo personal de los investigadores. De este modo puede decirse que cuanto mayor es el grado de triangulación, mayor es la fiabilidad de las conclusiones alcanzadas.

---

<sup>43</sup> Blaikie, N. *A critique of the use of triangulation in social research*, Quality and Quantity. Vol. 25, 1991. pp. 115-136.

Asimismo, existen diversos tipos de triangulaciones, que pueden ser realizadas entre las técnicas, los sujetos, las fuentes de información y entre diversas teorías. Para el caso del presente trabajo se han aplicado las dos primeras modalidades.

En lo que respecta a la triangulación entre técnicas, se realizó entre las tres principales, las cuales fueron: la técnica heurística derivada del Enfoque de Sistemas, las técnicas cualitativas de investigación social (cuestionarios y entrevistas) y las técnicas para generación de ideas y creatividad (mapas mentales). De igual manera, se aplicó la triangulación entre sujetos que permitió contrastar la información emitida por los participantes en la investigación, que para nuestro caso correspondieron a los distintos actores que participaron tanto en las encuestas, como en las entrevistas.

### **Etapas, técnicas, procedimientos e instrumentos de investigación**

A continuación se describe cada una de las etapas, así como las técnicas de investigación e intervención utilizadas, al igual que los instrumentos y los productos que se fueron generando y articulando de manera secuenciada.

#### **Primera etapa. La investigación documental para la definición y sustento teórico conceptual.**

A través de las técnicas de investigación documental y el análisis de contenido, se emprendió la tarea de indagar sobre los diferentes significados que conforman la polisemia del concepto de Sistema de información geográfica, los que hacen referencia desde diferentes perspectivas: como sistemas informáticos (SIG-Sistemas/Tecnologías), como una gama de servicios relacionados con la información geográfica (Sig-Servicios), como una disciplina de estudio e incluso como una ciencia (CIG-Ciencia).

Esta etapa cumple una doble función: en primer lugar, dar cuenta del estado de la cuestión a través de la revisión de la literatura concerniente al tema. En segundo lugar, establecer el marco contextual, a manera de un esquema de referencia, desde el que se diseñan las herramientas de acopio de información y posteriormente apoyan

el diseño del modelo propuesto junto con la información recuperada de los actores participantes.

El procedimiento de aplicación, básicamente se acota en tres aspectos:

1. La búsqueda de fuentes de información pertinentes, de acuerdo con las líneas temáticas.
2. Procesamiento, organización y análisis de la información obtenida.
3. Elaboración de la narrativa del texto y la construcción del aparato crítico que lo sustenta.

## **Segunda etapa. Investigación social**

Esta etapa consistió en el desarrollo de la Investigación social en torno al tema de estudio, para ello se diseñaron y aplicaron diferentes estrategias que permitieron el acopio de datos e información provista por diversos actores sociales.

Para el desarrollo de las acciones consideradas en ésta etapa, se siguió tanto la metodología como las recomendaciones hechas por Cea D'Ancona<sup>44</sup> para la construcción de cuestionarios, así como las propuestas hechas por Valles Martínez<sup>45</sup> para el diseño, aplicación y manejo de la información resultante de la aplicación de entrevistas. A continuación se describe la metodología que se siguió.

A partir de la *formulación del problema*, así como de la revisión documental que permitió la construcción de un marco teórico de referencia y de la investigación, fue posible el reconocimiento de los conceptos teóricos claves, a partir de los que se definieron las categorías temáticas a trabajar y que apoyaron la elección de los instrumentos de recopilación de información a utilizar.

---

<sup>44</sup> Cea D'Ancona, M. A. *Métodos de Encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora*. Ed. Síntesis. Madrid, 2010.

<sup>45</sup> Valles Martínez, M. S. *Técnicas cualitativas e Investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Ed. Síntesis. Madrid, 2003.

Cea D'Ancona señala que dentro de las metodologías empleadas en la Investigación social, la *encuesta* es una de las estrategias más populares, dadas sus amplias posibilidades de aplicación y obtención de información. No obstante, la calidad y la consiguiente significatividad de los datos de la encuesta están supeditadas al rigor aplicado en su diseño y ejecución, así como al control de los distintos errores que puedan darse en su realización<sup>46</sup>.

De acuerdo con la autora, las fases esenciales de la encuesta siguen una secuencia lógica similar a cualquier proceso de investigación: comienza con una fase inicial de *Formulación del problema de investigación*, la cual en un principio puede ser vaga y genérica. Posteriormente, el investigador debe precisarla en el diseño de la investigación, para lo que debe adentrarse en el campo de conocimiento concreto donde se ubique el problema en cuestión.

La segunda fase se refiere a la *operacionalización del problema de investigación*, en donde a partir de la identificación de los conceptos teóricos claves contenidos en las hipótesis formuladas en la etapa anterior<sup>47</sup>, se orientan las preguntas concretas del cuestionario. Adicionalmente, se establece la delimitación de la población de estudio, la cual deberá hacerse acorde a los objetivos de la investigación establecidos, de la información a extraer y de la naturaleza de los resultados del estudio.

La tercera fase corresponde al diseño propiamente de la encuesta, en la que se elige el método de encuesta a emplear, la determinación de la muestra, la elaboración del cuestionario, su prueba piloto y posteriormente su aplicación.

La cuarta fase trata del trabajo propiamente de la recogida de información y finalmente la última etapa corresponde al análisis de los datos, la evaluación de éstos y la redacción del informe.

---

<sup>46</sup> Nuevamente se recurre a Cea D'Ancona, M. A. *Métodos de Encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora*. Ed. Síntesis. Madrid, 2010.

<sup>47</sup> Según Bulmer, M. (1992) los conceptos constituyen *categorías para la organización de ideas y observaciones*. Asimismo, de acuerdo con Lazarsfeld, P. F. (1958), los conceptos pueden descomponerse en sus diferentes dimensiones o aspectos relevantes que lo engloban y para cada una de ellas seleccionar una serie de indicadores.

De acuerdo con las fases descritas, el insumo para la primera fue el denominado *documento base*, que está integrado por el marco de referencia (marco teórico) generado durante la investigación documental. Adicionalmente, se tomaron como referencias para la construcción del primer instrumento de recuperación de información, otros similares que habían sido aplicados con anterioridad y que fueron localizados a través de internet, tales como los propuestos en el *Proyecto Centroamericano de Información Geográfica (PROCIG)*<sup>48</sup>.

Los retos para el diseño del cuestionario fueron:

- Que se integraran todos los elementos necesarios
- Que fuera fácil y rápido de contestar.
- Que permitiera conocer la situación de los Sistemas de información geográfica en México

Asimismo, las preguntas que se determinaran deberían poder ser contestadas por los diferentes actores sociales a los que se orientaría el instrumento.

En cuanto a los actores sociales participantes, éstos se determinaron tomando en consideración el denominado *Triángulo de coordinación* de Burton Clark<sup>49</sup>, el cual está formado por los vértices: Mercado-Gobierno-Académica y el juego de tensiones que se derivan de las combinaciones de los tres vértices, según el peso relativo que recae en cada uno de los términos.

Otro referente considerado para el establecimiento de los grupos fueron los actores principales en la conformación y operación de los denominados *Polos de desarrollo*, que en otros lugares se le conoce también como polos de crecimiento o de promoción industrial.

---

<sup>48</sup> Proyecto Centroamericano de Información geográfica (PROCIG). *Encuestas sobre el estado de las Infraestructuras Nacionales de Información geográfica en América Latina*. Disponible en: <http://www.procig.org/esp/inde-encuesta-la.htm> [Consulta: 18-08-2012].

<sup>49</sup> Clark, B. El sistema de Educación Superior. Una visión comparada de la organización académica. Editorial Nueva Imagen en coedición con la Universidad Autónoma Metropolitana, Sede Azcapotzalco. México, 1991.



De esta manera, los tres grupos de actores a los que se orientó el cuestionario y posteriormente la entrevista fueron: instituciones públicas o gubernamentales, instituciones educativas y centros de investigación, e instituciones privadas o empresas particulares.

En el caso de las instituciones públicas o gubernamentales, se estableció comunicación con los responsables del desarrollo, implementación o administración de los Sistemas de información geográfica más importantes de diversas dependencias o secretarías de estado.

En cuanto a los actores participantes de instituciones educativas y centros de investigación, éstos fueron profesores e investigadores de diferentes Universidades Mexicanas en las que se ofrecen programas educativos relacionados con la Geografía, Topografía, Geología y más recientemente Geomática, así como de Centros de Investigación de áreas disciplinares afines. Incluso se tuvo la oportunidad de participar en la 8ª Reunión Nacional de la Red Geomática, en donde se pudo intercambiar puntos de vista y apreciaciones sobre la situación y el futuro de estas geotecnologías.

En tanto a los participantes de instituciones privadas o empresas, los actores fueron principalmente gerentes o directores de empresas dedicadas al desarrollo de software y en particular aplicativos de Sistemas de información geográfica.

Una vez determinado lo anterior, se procedió a diseñar una primera versión del cuestionario y se probó, obteniendo de ello la retroalimentación por parte de las personas participantes en cuanto a los reactivos manejados, la formulación de las preguntas y otras mejoras sugeridas.

Posteriormente, realizados los ajustes sugeridos y observados, se aplicaron los cuestionarios a las personas que estratégicamente se seleccionaron y conforme se recuperaban los cuestionarios llenos, se transcribieron las respuestas a formato digital, se hizo un primer análisis de la información por cada una de las preguntas y se fueron vaciando en los denominados *cuadros de concentración de información*, en los que fue posible ubicar las *palabras claves* y las *oraciones tópico*, teniendo como resultado dos productos: por una parte, el resumen a incorporar en el documento de la tesis, y por otra, generar el guión de la entrevista.

Una vez que se tuvo la mitad de los cuestionarios propuestos originalmente obtener, se formuló una primera versión de la entrevista, la cual se planteó para contrastar, ilustrar o profundizar en información obtenida previamente<sup>50</sup>.

Asimismo, al igual que el cuestionario, la entrevista también se probó con dos profesores, obteniéndose apreciaciones y sugerencias muy importantes a la misma. Entre las principales sugerencias y modificaciones que se realizaron a la entrevista estuvieron el enfoque y el nivel de profundidad de las preguntas, pues mientras el cuestionario buscaba recuperar información principalmente técnica, la entrevista se enfocó más a elementos estratégicos que pudieran ser contestados por personas directivas que aún y cuando conocen o tiene relación con los Sistemas de información geográfica, no tenían mucho conocimiento técnico.

En relación con el procesamiento de la información recopilada en los cuestionarios, ésta se trabajó en tres etapas: transcripción de las respuestas a formato digital (vaciado), análisis de la información de cada una de las preguntas y la clasificación de la información, se ubicaron las palabras claves y las oraciones tópico y se formuló una primera versión del guión de la entrevista.

En cuanto al procesamiento de la información de las entrevistas, ésta se llevó a cabo a partir de la grabación de audio y su posterior transcripción a un archivo electrónico para su análisis. En esta última etapa se utilizó una matriz de vaciado de datos en la que se ubicó la información, identificando en cada pregunta a los sujetos que la emitían.

Finalmente, como producto de esta etapa, se obtuvo una versión sintética de los resultados.

### **Tercera etapa. Diseño del modelo para el desarrollo e integración de Sistemas de información geográfica en México**

A partir de los resultados y hallazgos obtenidos en las etapas anteriores, se procedió a diseñar el *Modelo para el desarrollo e integración de Sistemas de información geográfica en México*, en el que se incluyen los diferentes elementos y

---

<sup>50</sup> Valles, Miguel S. Técnicas cualitativas e Investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Ed. Síntesis. Madrid, 2003.

características que se consideraron debían estar contenidos para cumplir con las expectativas propuestas.

La definición de *modelo* adoptada para este trabajo es la de: *una versión simplificada de un sistema, el cual es capaz de reproducir parcialmente algunas de las características del sistema original con el fin de analizar, reproducir o compartir el conocimiento que se tiene sobre él*, es decir, M es un modelo del sistema S para el observador O, si O es capaz de utilizar M para explicar alguna característica interesante de S.<sup>51</sup>

Es importante señalar que el proceso de construcción de un modelo o modelación implica una serie de procesos de abstracción y un cierto “acuerdo” o lenguaje común entre los usuarios para poder interpretarlo.

Así por ejemplo, un mapa es un modelo del mundo real, ya que explica algunas de sus características, como la disposición de sus elementos con respecto a un sistema de referencia (coordenadas), la posición relativa de unos elementos con respecto a otros (topología) y las características asociadas a esos elementos (simbología). Más aún, siguiendo con el ejemplo del mapa, este modelo cobra una mayor relevancia cuando una persona lo utiliza para adquirir información de una región que no conoce<sup>52</sup>.

No obstante que un modelo puede ser general, continuando con el ejemplo anterior del mapa, éste puede contener información que a un público muy amplio pueda interesar, pero adicionalmente puede orientarse a públicos específicos o de ciertas áreas del conocimiento, requiriendo por tanto incorporar información referente a ello y tomar esa visión.

Para el caso de la presente investigación, se optó por un *enfoque estructural-funcionalista-sistémico* para el análisis y diseño del modelo propuesto, a partir del cual fuera posible conocer y adentrarse en los aspectos documentales-informacionales de nuestro interés.

---

<sup>51</sup> Orellana, D. y Ballari, D. *La GeoWeb y su evolución: Un marco de análisis en tres dimensiones*. Universidad Verdad. Revista de la Universidad de Azuay. No. 49. Agosto de 2009.pp. 25-52. Disponible en: [http://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/publicaciones/UV-49\\_Geomatica.pdf](http://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/publicaciones/UV-49_Geomatica.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

<sup>52</sup> *Ibíd.*

Analíticamente, una estructura es una representación mental de la disposición de las partes de un todo. Asimismo, la actitud metodológica típica del enfoque estructuralista consiste en preguntarse cómo es el objeto estudiado, analizando de qué manera están dispuestas las diferentes partes del conjunto.

Por su parte, la actitud metodológica típica del funcionalismo consiste en preguntarse qué hace el objeto, es decir, cuáles son las funciones que cumple dentro del sistema del cual forma parte. Por lo anterior, se hace evidente que estos dos enfoques están estrechamente relacionados, ya que el estudiar la estructura lleva a considerar las funciones de los diferentes elementos y en contraparte, en el estudio de las funciones es recomendable considerar la estructura y la interrelación entre los elementos o componentes del sistema.

En cuanto al enfoque de sistemas, éste se incorpora con la finalidad de ver el todo estudiado integrado y los elementos considerados como sus subsistemas, los cuales a su vez pueden ser tomados como sistemas de otros subsistemas menores, según el nivel de resolución analítica que se adopte. Cabe señalar que la técnica adoptada para el desarrollo de esta parte del trabajo, fue la técnica heurística derivada del Enfoque de Sistemas y en particular de la Metodología de Sistemas Suaves propuesto por Checkland<sup>53</sup>.

De acuerdo con esta técnica, se partió del establecimiento de una definición raíz en la cual se integraron los objetivos más representativos del sistema y se incorporó el punto de vista propio, resaltando dentro de esta definición, aquellas propiedades que hacen más significativas las actividades y el desempeño del sistema.

Asimismo, a través del enfoque de sistemas, fue posible la identificación de los fines y los componentes del sistema motivo de estudio, pues a través de este enfoque se crea un vínculo dialéctico en el que los medios y los fines se codeterminan recíprocamente, siendo impensable la existencia de uno de ellos sin el otro: los fines cumplen una función “regulativa” de la actividad, mientras que los medios tienen una función “constitutiva” de la propia realidad estudiada.

---

<sup>53</sup> Checkland, P. *La metodología de sistemas suaves en acción*. Ed. Limusa. México, 1994.

Posteriormente, en la medida en que se avanzó en la identificación y definición de los elementos del modelo, se adoptó el enfoque estructural-sistémico, a partir del cual se explican y se detallan éstos, así como su estructura e interrelaciones.

Otra técnica adoptada para apoyar la instrumentación de este enfoque fue la de Mapas mentales, la cual se define como un método de análisis que permite organizar con facilidad los pensamientos y utilizar al máximo las capacidades mentales<sup>54</sup>. Adicionalmente se puede señalar que se basa en diagramas a través de los cuales es posible representar palabras, ideas, tareas, u otros conceptos ligados y dispuestos radialmente alrededor de la palabra clave o de la idea central que se trabaje, que para nuestro caso giró en torno al concepto de Sistema de información geográfica, siendo una manera práctica y amigable de unir los diferentes aspectos considerados importantes.

Finalmente, el modelo propuesto surge de la revisión de todos los aspectos analizados en las diferentes etapas del trabajo y en él se incluyen los elementos y características que se consideran deben estar contenidos para cumplir con las expectativas establecidas en la definición raíz.

De lo anterior se puede concluir que esta tercera y última etapa representa la concreción de todo el proceso realizado, dado que es el momento en que los insumos y los resultados de las diferentes etapas del proyecto se integran, dando paso al *modelo propuesto*. Asimismo, a partir de esta tercera etapa se desarrollan tanto las conclusiones del trabajo, como las recomendaciones en torno a la temática tratada.

---

<sup>54</sup> Buzan, T. *El Libro de los Mapas mentales*. Ediciones Urano. Barcelona, 2004.

## Síntesis de las etapas que conforman el diseño metodológico

<b>Momentos clave de concreción del proyecto:</b>	<b>Investigación documental</b>	<b>Investigación social</b>	<b>Diseño del modelo propuesto</b>
<b>Etapas</b>	<b>1ª Etapa:</b> Investigación documental para la definición y sustento teórico conceptual	<b>2ª Etapa:</b> Diseño y aplicación de estrategias para el acopio de datos e información provista por diversos actores sociales	<b>3ª Etapa:</b> Diseño del modelo de Sistema de Información Geográfica.
<b>Técnicas y procedimientos operativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación documental y análisis de contenido</li> <li>- Determinación de la estrategia de acción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicas cualitativas de investigación social: cuestionarios y entrevistas</li> <li>- Procesamiento de información y datos: vaciado, análisis y clasificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnica heurística derivada del enfoque de sistemas, aplicada en la construcción del concepto raíz y sus derivaciones.</li> <li>- Análisis estructural-funcional.</li> <li>- Mapas mentales.</li> <li>- Interpretación, definición e integración de los elementos del modelo.</li> <li>- Conclusiones del estudio realizado y recomendaciones en torno a la temática tratada.</li> </ul>
<b>Instrumentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuadros de concentración de información y análisis del contenido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento base</li> <li>- Cuestionario</li> <li>- Entrevista</li> <li>- Matrices de vaciado de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento resultantes de las etapas anteriores del trabajo.</li> <li>- Gráficos y esquemas.</li> </ul>
<b>Productos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento base del trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versión sintética de los datos e información recuperada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento final de la tesis.</li> </ul>
<b>Sujetos participantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo de investigación (AMP)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo de investigación</li> <li>- Actores sociales por grupos involucrados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo de investigación /asesor de la tesis.</li> </ul>

## Capítulo 2. Los conceptos de información y documento

### 2.1 Datos, información y conocimiento

Es muy común en nuestros días utilizar como sinónimos las palabras datos e información. En el mejor de los casos, se presiente que hay una diferencia o que una lleva a la otra.

Con el fin de aclarar desde un inicio los conceptos de datos, información y conocimiento, los cuales están estrechamente relacionados, es que partimos del primero diciendo que los datos son la representación concreta de los hechos y constituyen el antecedente necesario para el conocimiento de un fenómeno. De acuerdo con Debons, Horne y Cronenweth<sup>55</sup>, las letras, números, puntos, líneas, símbolos, son usados para representar eventos y sus estados, organizados de acuerdo con las reglas y convenciones establecidas.

Según su procedencia, los datos se clasifican en primarios y secundarios: los datos primarios son los que se obtienen directamente de la realidad misma, es decir, se recuperan directamente de la fuente. En contraparte, los datos secundarios son registros que proceden también del contacto con la práctica, pero que han sido recogidos e incluso en ocasiones procesados por otras personas.

Otra clasificación común de los datos es la de empíricos, teóricos y sociales: los datos empíricos son aquellos que se generan a partir de percepciones sensoriales, por ejemplo, las cantidades observadas, pocos o muchos, la procreación, la muerte, etc. Los datos teóricos se generan como consecuencia de la aplicación de una ley o de una teoría, por ejemplo en una ecuación matemática al aplicar ciertos valores. Por su parte, los datos sociales se generan del dominio en el argot social, por ejemplo: la moda de una época, la religión de una sociedad, la idiosincrasia de una sociedad.

En cuanto a la información, es claro que en nuestros días esta palabra se utiliza en muy diversos contextos y tiene a su vez diferentes significados.

---

<sup>55</sup> Debons, A.; Horne, E.; Cronenweth, S. *Information Science: An integrated View*. G. K. Hall. Boston, 1988. pp. 3,5-8

De acuerdo con Martínez Comeche<sup>56</sup>, la información se concibe como los datos o conocimientos considerados novedosos o relevantes, en un momento dado y por un receptor específico, a fin de paliar su ignorancia o reducir su incertidumbre sobre una materia, originando un nuevo estado de conocimiento cuya estructura no ha de verse necesariamente modificada por aquella.

El autor llega a esa definición tras haber revisado las definiciones de información del Diccionario de la lengua española y de un análisis por demás interesante y completo del concepto, desprendiéndose algunas notas importantes que se consideran convenientes plasmar:

En cuanto a lo que nos puede aportar información, prácticamente puede ser cualquier objeto o hecho de nuestro entorno. De aquí la amplitud y generalidad conceptual del porqué de su uso en tan diferentes situaciones. No obstante, un suceso u ente físico o intelectual, bajo ciertas condiciones, puede o no aportar información, esto es:

- La información está relacionada con lo desconocido, esto se explica el hecho de que lo que es consabido o previsible no aporta información.
- La información no es poseída intrínsecamente por ningún objeto o suceso, sino que depende del aspecto o circunstancia de ese ente físico o intelectual relevante en un momento dado.
- La información por naturaleza es cambiante, fugaz, transitoria. Unos hechos se suceden a otros y sólo los últimos, los más novedosos, se tildan de informativos.
- La información puede ser de dos tipos: potencial, esto es, cuando se alude a la información como posibilidad para una totalidad de receptores; efectiva, la cual involucra a un receptor específico, pues únicamente a partir de él se afirma que un hecho u objeto determinado es informativo, según sea su nivel de conocimientos sobre el objeto tema de consideración.

---

<sup>56</sup> Martínez Comeche, J.A. *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Síntesis. Madrid, 1995. pp. 13-31



De acuerdo con lo anterior y para fines de este trabajo, se concibe que la información es resultado de un proceso interpretativo y analítico de datos, realizado por una persona que los considera novedosos o relevantes, originando con ello un nuevo conocimiento que relaciona e incorpora a su estructura de conocimientos previos y los utiliza con un fin (resolver una curiosidad, satisfacer intereses científicos, tomar una decisión, etc.).

La definición anterior no invalida otros significados, como los que hace Ros García<sup>57</sup>, quien señala algunos de los principales significados que toma la información en la vida cotidiana: entendida como una mercancía, la información supone un bien económico; en la medida que su existencia se manifiesta mediante distintas formas de energía, puede ser medida experimentalmente; si se emplea como sinónimo de comunicación, incide en la transferencia de señales entre dos sujetos, igualmente se equipara en ocasiones a hechos, datos, o incluso a conocimiento.

Relacionado con la amplitud del concepto de información, se posibilita con ello la existencia de muy diversas tipologías, siendo algunas de las más importantes las que a continuación se presentan.

Considerando que en el proceso informativo existen tres elementos principales: un emisor, un receptor y un mensaje, es a partir de aquí que se derivan las primeras tipologías:

Tomando en consideración al emisor y el contenido del mensaje, Desantes Guanter<sup>58</sup> considera que la información tiene un posible contenido tripartito: los hechos, las ideas y los juicios, declarando además que la información constituye todo aquello que el sujeto receptor recoge antes de que se verifique en él un proceso cualquiera: intelectual, crítico o determinante de una actividad.

En cuanto a los hechos, estos se caracterizan por la objetividad inherente a ellos y pueden ser presentados de tal modo que lleven una idea. Las ideas, implican procesos intelectuales, críticos o valorativos a partir de los hechos. Por último, cuando el emisor confronta un hecho con sus ideas y lo valora, origina un juicio.

---

<sup>57</sup> Ros García, J. *Documentación general. Sistemas, redes y centros*. Síntesis. Madrid, 1994. pp. 67-69

<sup>58</sup> Desantes Guanter, J. M. *Teoría y régimen jurídico de la documentación*. Eudema. Madrid, 1987. pp. 25. En Martínez Comeche, J.A. *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Síntesis. Madrid, 1995.

Si los hechos, ideas y juicios conforman los tipos posibles de información desde el punto de vista del emisor, con su difusión cambia de denominación, pasando a llamarse noticia, propaganda y opinión respectivamente.

De este modo, la transformación de una idea, de una noticia, de una concepción del mundo o de una doctrina será propaganda; la transmisión de un hecho será noticia; y la subsunción de la noticia en la idea constituirá la opinión<sup>59</sup>.

Haciendo la clasificación de la información enfocándose ahora al receptor, son dos las clasificaciones que se hacen: la primera hace referencia a los cinco sentidos de los seres humanos, siendo la vista, el oído y el tacto los fundamentales. El flujo informativo se establece a través de la percepción y estimulación de los sentidos con el medio ambiente en el cual se interactúa<sup>60</sup>.

La segunda clasificación, ya mencionada anteriormente, se refiere al número y características del receptor, siendo esta del tipo potencial o efectiva, y mientras la información potencial concibe el proceso informativo desde lo general, absoluto, la información efectiva considera un único receptor, pero de carácter universal, genérico. Finalmente, la información real, enfoca a un único receptor pero determinado, concreto (no universal).

Cabe señalar que existen otras clasificaciones que se fijan en el mensaje que porta la información, tanto en su forma como en su contenido. En cuanto a su forma, se enfoca a los medios por los cuales se trasmite: oral, gráfica, mecánica, eléctrica. Por su contenido, lo más habitual es hacer referencia al área de conocimiento en que se inscribe, por ejemplo, información económica, deportiva, literaria, histórica, geográfica.

De acuerdo con lo expresado, las diferencias entre los conceptos de datos, información y conocimiento quedan diferenciadas y lógicamente secuenciadas, lo cual se corrobora a través del *Espectro del conocimiento* propuesto por Debons, Horne y Cronenweth<sup>61</sup>, en donde se formula la transformación de datos a información a partir

---

<sup>59</sup> *Ibíd.*

<sup>60</sup> Lillo Jover, J. *Psicología de la percepción*. Debate. Madrid, 1993.

<sup>61</sup> Debons, A.; Horne, E.; Cronenweth, S. *Information Science: An integrated View*. G. K. Hall. Boston, 1988.

del conocimiento, significado y relevancia de éstos, la generación de conocimiento a partir de la comprensión de la información, y el saber, expresado en juicios que se hacen a partir de los anteriores (figura 1).

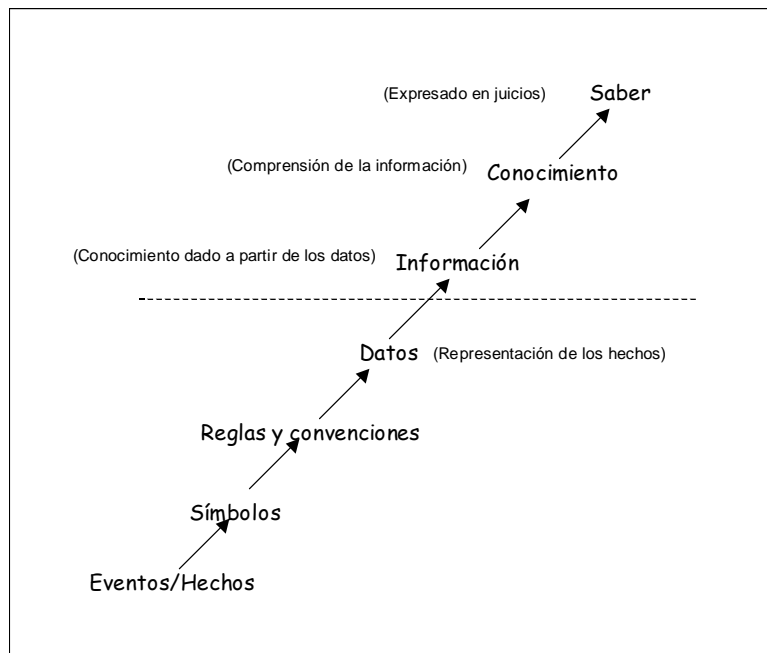


Figura 1. El espectro del conocimiento. Debons, Horne y Cronenweth (1988).

Congruente con lo anterior se establece la definición hecha por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el marco del Programa General de Información, en la que señala que el conocimiento es la capacidad para actuar, basándose en el uso de una cierta información y como consecuencia de:

- la capacidad de comprender e interpretar la naturaleza de algo, un cierto fenómeno, las leyes que regulan un cierto comportamiento.
- la aplicación de ciertas habilidades o capacidades complementarias.

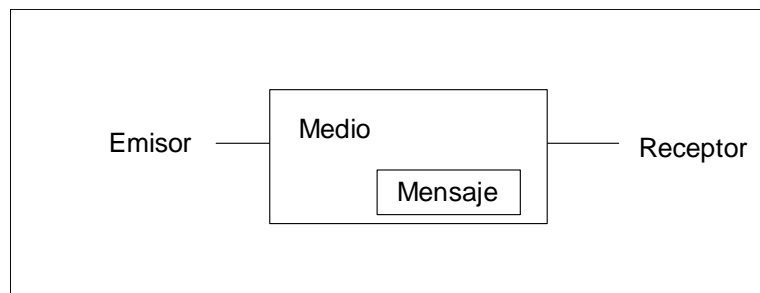
Adicionalmente se señala que el conocimiento puede servir como base para determinar:

- cómo actuar en determinadas circunstancias

- cómo llevar a cabo un trabajo a partir de ciertas instrucciones o especificaciones
- cómo responder a una situación para conseguir un determinado resultado, etc.

## 2.2 Proceso informativo y ciclo de vida de la información

El proceso informativo implica un acto de comunicación entre dos sujetos, un emisor y un receptor -no humanos obligatoriamente, aunque en este trabajo se considera que al menos el receptor lo es siempre-, establecida a través de un medio de comunicación o canal por el que se trasmite un mensaje<sup>62</sup>.



*Figura 2. Elementos del proceso informativo. Benito Jaén, A. (1982)*

Según el Diccionario de la lengua española, el concepto de comunicación en su segunda acepción hace referencia al “trato o correspondencia entre dos o más personas”, y en su tercera entrada habla de la “transmisión de señales mediante un código común del emisor y el receptor”. Conforme con lo anterior, una gran cantidad de autores consideran que es la transmisión de mensajes la que configura básicamente la noción de comunicación y en consecuencia, la comunicación es un proceso caracterizada por tres elementos esenciales: sujetos, mensaje y canal o medio de transmisión.

Si tenemos en cuenta el impacto y relevancia social, así como la conceptualización, no sorprende que los términos comunicación e información se relacionen tan estrechamente, hasta el extremo de llegar a confundirse en ocasiones.

<sup>62</sup> Benito Jaén, A. *Fundamentos de teoría general de la información*. Pirámide. Madrid, 1982.

De hecho, se puede afirmar que, al menos potencialmente, el mensaje comunicado supone siempre un componente informativo asociado a él, aunque en grado muy variable.

De esta manera, la aprehensión de un hecho o suceso de nuestro entorno supone la existencia de un acto comunicativo en el que el mundo, un sujeto, o alguno de sus componentes actúa de emisor, se genera un mensaje que se trasmite por un medio (aire, cable de cobre, fibra óptica) y un ser humano recibe el mensaje.

Conforme nos adentramos en el proceso perceptivo, se observa que todo mensaje se forma de un contenido (también denominado concepto o significado, esto es, sentimientos, datos, hechos, ideas, conocimientos) y una forma concreta que lo expresa, siendo ambos imprescindibles para su existencia, pero además insolubles.

Ahora bien, el proceso de creación de un mensaje, según Saussure<sup>63</sup>, se hace en sentido inverso y semejante al de su recepción, es decir, mientras que en la percepción de un mensaje supone en el receptor partir de una forma física para llegar a otra –su percepción mental–, en la emisión, para crear un mensaje se parte de esta última hasta llegar a una forma concreta.

Si tanto en la creación como la percepción se dan procesos informativos en sentido restringido de la misma naturaleza, la coexistencia de una forma y de un contenido ha de poder generalizarse para cualquier mensaje, entendiendo por mensaje una señal o secuencia de señales que corresponden a unas reglas de combinación concretas, tal como se emplea el término en la teoría de la comunicación. Sin embargo, desde un punto de vista semiológico, no todos los signos son señales.

Para que un signo pueda considerarse señal debe cumplir dos condiciones:

- 1) Poseer una finalidad comunicativa.
- 2) Poseer un referente reconocible por el receptor y compartido por el emisor.

De esta manera, puede combinarse con otros signos de idéntica naturaleza formando un sistema de signos o código.

---

<sup>63</sup> Saussure, F. de. *Curso de lingüística general*. Trad. Castellana y notas de Mauro Armiño. Akal. Madrid, 1980. Tomada de Martínez Comeche, J.A. *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Síntesis. Madrid, 1995.

Peirce<sup>64</sup> hace una clasificación que distingue entre iconos, indicios y símbolos:

- El icono se define porque la relación entre la expresión y el referente es inmediata. Una fotografía o un retrato son los ejemplos más evidentes.
- El indicio une un signo al objeto significado mediante una relación causal, pero depende de la situación del objeto y exige que el receptor voluntariamente encuentre una interpretación al signo, siempre personal y sin un valor fijo. Un agujero de bala es indicio de un disparo, pero la existencia real de tal disparo no es verosímil en un plató cinematográfico, y sí lo es en una armería.
- El símbolo, establece una relación convencional y arbitraria entre el signo y el objeto que representa. El signo lingüístico es el símbolo por excelencia.

Continuando con los elementos del proceso informativo, ya se ha revisado brevemente el papel activo tanto del emisor como del receptor y se ha establecido que el mensaje tiene un contenido asociado necesariamente a una forma. Sigue ahora abordar la noción del medio o canal.

Como ya se ha expuesto, todo mensaje precisa ser transmitido por un soporte o medio que lo vehicule. En el caso de la comunicación verbal directa es el aire, pero su naturaleza es muy diversa: en una llamada telefónica –con el mensaje en forma eléctrica, analógica o digital- el soporte será normalmente el hilo de cobre, cable coaxial, fibra óptica, entre otros; en los signos impresos, el medio es el papel, las cintas magnéticas, discos compactos o DVD's cuando tratamos de mensajes de audio o de vídeo.

Moles<sup>65</sup> destaca la ventaja que presentan muchos medios o soportes inventados por el hombre y que han apoyado a superar las dificultades espaciales y temporales que acarrea la comunicación verbal directa. Como ejemplos podemos

---

<sup>64</sup> Vid Duboise, J. Diccionario de lingüística. Versión española de Inés Ortega y Antonio Domínguez. Alianza. Madrid, 1983.

<sup>65</sup> Moles, A. *Teoría de la información y percepción estética*. Júcar. Madrid, 1976.

mentar el caso de la escritura y la posterior invención de la imprenta, supera principalmente la transmisión en el tiempo; más recientemente, las videoconferencias superan las distancias y el tiempo.

Desantes Guanter agrupa los diversos medios conforme a tres modalidades de difusión: emisión, edición y exhibición<sup>66</sup>.

- a) La emisión es aquella modalidad en que el mensaje se incorpora a un soporte físico o energético único que lo vehicula hasta cada receptor. Ejemplos: radio, televisión.
- b) La edición es aquella difusión caracterizada porque el mensaje se incorpora a un soporte físico material que, por esta razón, puede ser multiplicado en su origen. Edición de libros, discos, cassetes, etc.
- c) La exhibición necesita para la difusión, además del vehículo al que el mensaje está incorporado, un acto que lo muestre o proyecte directamente o mediante un ingenio: un tablón de anuncios, el soporte para la publicidad exterior, la exposición de un documento, la proyección de una diapositiva o una película, etc.

La consideración teórica de un proceso informativo en sentido amplio es que puede descomponerse a su vez en diversas fases y su objetivo es la transmisión de mensajes a través del espacio y del tiempo desde un emisor hasta un receptor para que éste obtenga información.

Ahora bien, haciendo referencia al *ciclo de vida de la información*, es decir, a las etapas por las que pasa la información, desde su generación (definición de requerimientos), pasando por la adquisición, transmisión, procesamiento, almacenamiento, hasta su uso y descarte, tenemos lo siguiente.

Ponjuán Dante<sup>67</sup> señala que en la planificación y gestión de actividades tienen como base los recursos de información de que se disponga. Asimismo, las propias organizaciones y sus actividades se desarrollan a partir de las directrices de estos recursos de información.

---

<sup>66</sup> Desantes Guanter, J. M. *Teoría y régimen jurídico de la documentación*. Eudema. Madrid, 1987. pp. 25  
En: Martínez Comeche, J.A. *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Síntesis. Madrid, 1995.

<sup>67</sup> Ponjuán Dante, G. *Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones*. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 1998.

Continuando con esta autora, se señalan tres modelos tradicionales de producción de la información, mismos que se presentan en la figura 3:

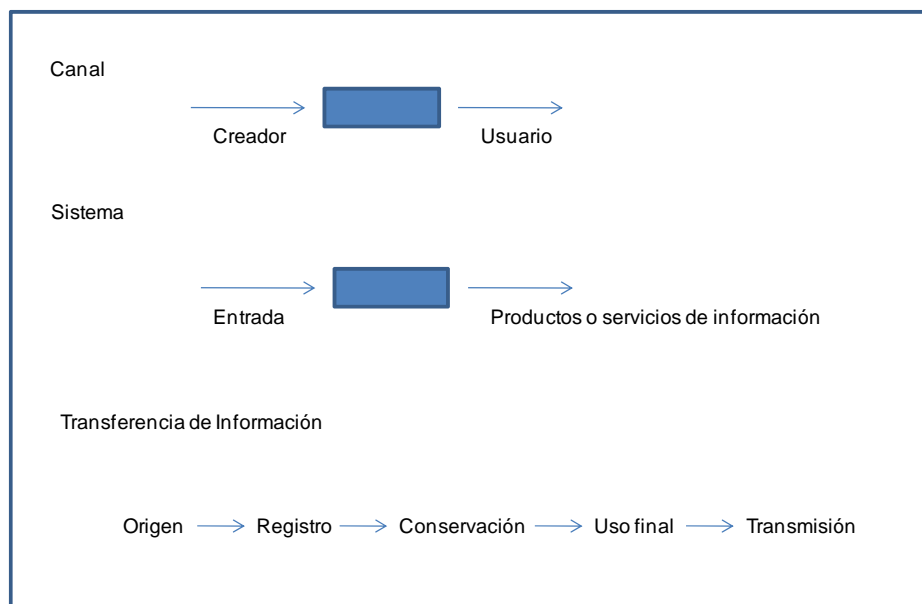


Figura 3. Modelos tradicionales de producción de información. Ponjuán Dante, G. (1998). p. 46

El primer modelo ilustrado es una variante del modelo clásico de Shannon y Weaver sobre la teoría de comunicación, donde entre el envío y la recepción de un mensaje se exige la presencia de un canal.

El segundo de los modelos es una variante del primero, en él se representa un sistema o un proceso, en el cual, a partir de ciertas entradas, se generan productos o servicios de información. Asimismo, en este modelo se incorpora otro elemento importante, que corresponde a la retroalimentación.

El tercer modelo hace referencia a los procesos de transferencia de la información desde la perspectiva de los usuarios, estando presentes en todos los puntos del modelo, la transferencia, producción y uso de la información.

Ahora bien, la información no sólo es dinámica en el sentido de su permanente transferencia, sino también en el sentido de su propia evolución, es decir, a medida que va fluyendo se va modificando en forma permanente. Lo anterior puede ser representado de la siguiente manera:



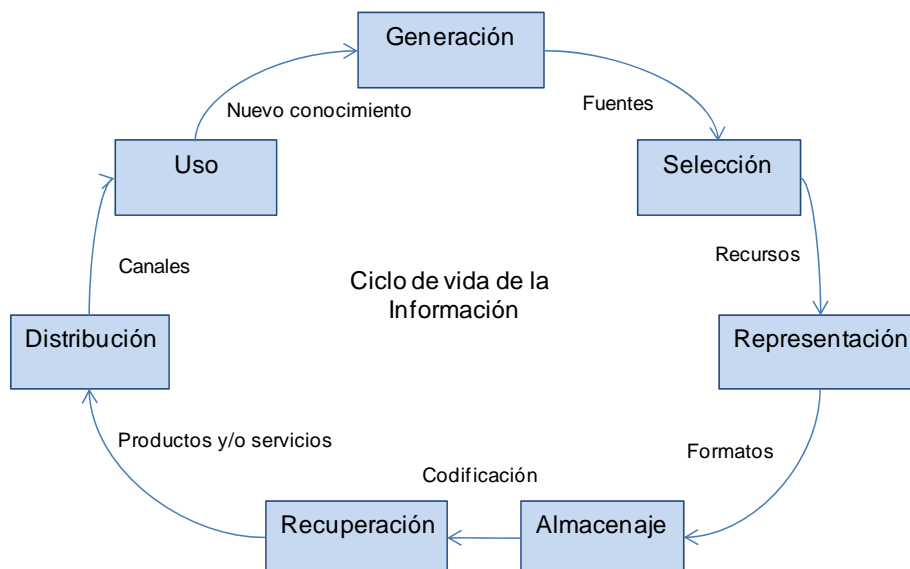


Figura 4. Ciclo de vida de la información. Adaptación de: Ponjuán Dante, G. (1998). p. 47.

El ciclo de vida de la información está relacionado con su evolución y parte de la generación, le sigue la selección, representación, almacenaje, recuperación, distribución y uso de la información, siendo en este último punto en donde se cierra el ciclo, dado que el uso de información genera nuevo conocimiento y con ello, nueva información.

## 2.3 Gestión de la información

La Gestión de la información es entendida como un proceso que tiene como fin controlar, almacenar y, posteriormente, recuperar adecuadamente la información producida, recibida o retenida por cualquier organización en el desarrollo de sus actividades<sup>68</sup>.

Siendo la definición anterior una de las más aceptadas para la Gestión de la información, es importante señalar que en este proceso se integran diversas

<sup>68</sup> Bustelo Ruesta, C. y Amarilla Iglesias, R. Gestión del Conocimiento y Gestión de la información. Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Año VII, no. 34. (marzo 2001). Pp. 226-230. Disponible en: [http://www.intercontact.com.ar/comunidad/archivos/Gestion\\_del\\_Conocimiento-BusteloRuesta-AmarillaIglesias.pdf](http://www.intercontact.com.ar/comunidad/archivos/Gestion_del_Conocimiento-BusteloRuesta-AmarillaIglesias.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

actividades relacionadas con la gestión documental, la gestión de archivos, la gestión de las tecnologías, entre otras, debido a que los datos y las informaciones tienen expresión en diferentes portadores y para su comunicación se utilizan disímiles canales<sup>69</sup>.

En relación con los principios de la Gestión de información, esta se fundamenta por la Teoría General de Sistemas y la Teoría del ciclo de vida de los Sistemas de información<sup>70</sup>.

La Teoría General de Sistemas (TGS), que empezó con von Bertalanffy<sup>71</sup> como una reflexión sobre Biología, se expandió a partir de los años 1950 y es casi universal, porque en un sentido toda realidad conocida, desde el átomo hasta la galaxia, pasando por la molécula, la célula, el organismo y la sociedad, puede ser concebida como sistema, es decir, como asociación combinatoria de elementos diferentes.

Un Sistema, en su definición más sencilla, es un conjunto de elementos relacionados que tienen un fin común. Según Van Gigch<sup>72</sup>, es una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada, y que las partes se afectan por estar en el sistema y se cambian si lo dejan.

Todos los sistemas, en todos los niveles, para sobrevivir deben ser capaces de realizar funciones básicas como son: procesar materia, energía e información. La materia es todo aquello físico que ocupa un lugar en el espacio, la energía es la habilidad para hacer trabajo y la información se puede establecer como los grados de libertad que existen en una situación específica para elegir entre señales, símbolos, mensajes o patrones a transmitirse.

Es importante notar que, a corto plazo, la respuesta de un sistema a un medio cambiante es mostrando una conducta adaptativa, y a largo plazo, evolucionando.

---

<sup>69</sup> Soto Balbón, M. A. y Barrios Fernández, N.M. (2006). *Gestión del conocimiento. Parte I. Revisión crítica del estado del arte*. Revista ACIMED v.14, no. 2. (marzo – abril de 2006) Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14\\_2\\_06/aci04206.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_2_06/aci04206.pdf) [Consulta: 19-08-2012]

<sup>70</sup> Ponjuán Dante, G. *Gestión de información: Dimensiones e implementación para el éxito organizacional*. Ed. Nuevo Paradigma. Rosario, Santa Fé, Argentina, 2004.

<sup>71</sup> Bertalanffy, Ludwig von. *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica. México, 1976.

<sup>72</sup> Gigch, John P. van. *Teoría General de Sistemas*. Ed. Trillas. México, 2006.

Por otra parte, así como el método científico surgió de la necesidad del hombre para estudiar y explicar el mundo físico de modo sistemático, la Teoría General de Sistemas ha posibilitado la aparición del *Enfoque de Sistemas*, cuya aplicación apoya el estudio de problemas del mundo real bajo una nueva forma de pensamiento que es aplicable a múltiples dominios y áreas de conocimiento.

Asimismo, en su evolución, la Teoría General de Sistemas ha tendido hacia varias direcciones: en primer lugar se tiene la Teoría de los Sistemas Rígidos o Duros, que son una continuación de la influencia de la física y las matemáticas, en los cuales se exige rigor y una cuantificación estricta. Se tiene enseguida la Teoría de los Sistemas Flexibles o Blandos, en la cual se considera que un sistema de este tipo puede adoptar diversos estados debido a las condiciones del medio e incluso preservar sus identidades originales a pesar de estas influencias. Ejemplos de estos tipos de sistemas son los sistemas de actividad humana.

Ahora bien, existen dos principales enfoques en la Teoría General de Sistemas: el Enfoque empírico, el cual nos dice que es a través de la observación que se examina el mundo a fin de encontrar las regularidades que se mantienen, y por este camino se procede de lo empírico a lo abstracto, de lo singular a lo general. En cambio, el Enfoque epistemológico comienza en el otro extremo, y procede de lo más general y abstracto hacia deducciones de lo más específico.

Entre sus principales virtudes, la Teoría de Sistemas tiene las siguientes:

- Haber puesto el centro de la teoría, con la noción de sistema, no una unidad elemental discreta, sino una unidad compleja, un “todo” que no se reduce a la “suma” de sus partes constitutivas.
- Haber concebido la noción de sistema, no como una noción “real”, ni como una noción puramente formal, sino como una noción ambigua.
- Situarse en un nivel transdisciplinario que permite concebir, al mismo tiempo, tanto la unidad como la diferenciación de las ciencias, no solamente según la naturaleza material de su objeto, sino también los tipos y las complejidades de los fenómenos de asociación y organización.

El organizar los sistemas basándose en jerarquías tiene la ventaja de modularlos, permite la organización de subconjuntos según sus funciones naturales y separar el sistema en segmentos.

No obstante lo anterior, un sistema compuesto de muchos elementos y estos a su vez con muchas interacciones entre sí, harán de él un *Sistema Complejo*<sup>73</sup>, por ejemplo, la trayectoria de planetas orbitando en sistemas de una sola estrella es simple, ya que puede describirse fácilmente el comportamiento gravitacional entre la estrella y los planetas orbitando a su alrededor elípticamente, pero se vuelve complejo en la medida que se van agregando más estrellas.

Las propiedades de un sistema complejo, que son el resultado de las interacciones entre sus elementos (es decir, de las propiedades que el sistema tiene pero sus elementos no), se llaman emergentes. Por ejemplo, la célula puede verse como un sistema de proteínas, las cuales interactúan de forma tal que la célula tiene vida. Las proteínas no están vivas, pero la célula sí. ¿De dónde sale la vida, si la célula está compuesta sólo de proteínas?, ésta es una propiedad emergente dada por la compleja interacción de las proteínas en la célula. Algo similar ocurre en el cerebro con las neuronas y la mente: las neuronas por sí mismas no tienen capacidades cognitivas, pero al interactuar complejamente en el cerebro dan posibilidad a la mente de emerger.

Llevando estas teorías a una organización, entendida ésta como el conjunto de los componentes que trabajan para un mismo fin, puede ser vista entonces como un sistema con características muy particulares.

La organización según Ackoff<sup>74</sup> es “un sistema por lo menos parcialmente autocontrolado” que posee las siguientes características:

1. Contenido
2. Estructura
3. Comunicaciones
4. Elecciones de toma de decisión

---

<sup>73</sup> Gershenson, C. *Sistemas Complejos. Conocer el universo a través de la interacción de sus componentes*. Lunes en la Ciencia. La Jornada, UNAM. Diciembre del 2000. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2000/12/11/cien-sistemas.html> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>74</sup> Ackoff, R.L. *Systems, Organizations and Interdisciplinarity Research*, General Systems, 5, 1960, pp. 1-8. En: Gigch, John P. van. *Teoría General de Sistemas*. Ed. Trillas. México, 2006. pp. 58-59

Al concebir a las organizaciones como sistemas, se puede entonces aplicar los principios del Enfoque de sistemas para discernir sobre su funcionamiento, siendo fundamental contemplar a la organización como un todo. Asimismo, la comunicación al interior puede ser apoyada por un flujo de información eficaz, teniendo posibilidad de utilizar esta misma Teoría de sistemas para establecer correctamente los requerimientos de información y apoyados en ella diseñar un Sistema de información apropiado que lo favorezca.

Así entonces, los flujos de información que ocurren en todo el sistema pueden ser objeto de gestión y estos procesos por lo general pueden asociarse a segmentos típicos de la organización o a una dimensión, entre las cuales se pueden identificar las siguientes:

1. El ambiente
2. Los procesos
3. Las personas
4. Las tecnologías
5. La infraestructura
6. Los productos y/o servicios

## **2.4 Información geográfica**

En el apartado 2.1 se definió a la información como el “resultado de un proceso interpretativo y analítico de datos, realizado por una persona que los considera novedosos o relevantes, originando con ello un nuevo conocimiento que relaciona e incorpora a su estructura de conocimientos previos y los utiliza con un fin”.

Si ahora al término “información” le agregamos el calificativo de “geográfica”, se estará hablando entonces de un tipo de información que hace referencia a la Geografía<sup>75</sup>, es decir, que involucra datos de objetos o elementos que tienen relación

---

<sup>75</sup> La Geografía es la ciencia que estudia los hechos y los fenómenos físicos, biológicos y humanos, considerados en su distribución sobre la superficie de la Tierra, además de la investigación de las causas que los producen y sus relaciones mutuas. Asimismo, ofrece métodos y técnicas de análisis específicos para dar respuesta a los problemas relacionados con el territorio. Definición disponible en <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/marcoteo/estudio/estudio.cfm?c=233> [Consulta: 01-04-2011]

con un espacio geográfico o que están espacialmente referenciados (georreferenciados).

Por su naturaleza, los datos geográficos tienen como función describir y explicar los objetos y la frecuencia con que algo ocurre sobre la superficie terrestre y por sus características únicas, su recolección, compilación y análisis, presenta problemas únicos: la realidad representada por la información geográfica es frecuentemente continua y siempre infinitamente compleja, por lo que tiene que ser discretizada, abstraída, generalizada o interpretada para su posterior tratamiento y análisis<sup>76</sup>.

Tomando en consideración lo anterior, los datos geográficos presentan cuatro componentes principales: una componente espacial (localización), una componente temática (atributos), una componente temporal (tiempo) y las relaciones espaciales entre elementos (topología)<sup>77</sup>.

La componente espacial hace referencia a la posición de una entidad geográfica. En la terminología de los Sistemas de información geográfica, la localización es comúnmente referida como georreferenciación, haciendo hincapié en que una entidad se localiza con relación al geoide terráqueo, la cual es una representación geométrico-matemática de la Tierra.

Para hacer operativa la relación entidad-geoide terráqueo es necesario fijar unos procedimientos estándares de representación y de georreferenciación sobre el geoide, como las proyecciones cartográficas y los sistemas de coordenadas, respectivamente. Ésta es la llamada georreferenciación directa y continua, basada en la utilización de una red de coordenadas establecidas a nivel global o terrestre. Por ejemplo, el edificio de correos estaría situado entre las coordenadas UTM 468.250, 4.784.230 m. y 468.265, 4.784.260 m.

Existe un segundo tipo de georreferenciación, la indirecta y discreta, de carácter particular si la contraponemos al carácter global de la georreferenciación

---

<sup>76</sup> Kemp, K. K.; Goodchild, M.F. & Dodson, R. F. *Teaching GIS in geography*. The Professional Geographer. 1992. 44(2). pp. 181-191

<sup>77</sup> Aronoff, S. *Geographic Information System. A Management Perspective*. WDL Publications. Canada, 1991. pp. 162

directa. La georreferenciación indirecta está basada en relacionar las entidades geográficas a localizar con unidades administrativas tales como la dirección postal, el número de distrito o el código del municipio. Siguiendo con el ejemplo, el edificio de Correos está situado en el paseo de los Cisnes número 27 y en el distrito 4 del municipio con código 08834 que le asigna el Instituto Nacional de Estadística. La georreferenciación indirecta tiene un futuro de utilización y un número de usuarios mayor que la directa, por ser menos compleja y costosa, y por tanto, más accesible para un amplio abanico de profesionales no ligados a las Ciencias Geográficas como por ejemplo los economistas, los agentes de seguros, los comerciales o los politólogos.

La componente temática se refiere a las características o propiedades de los objetos con que se representa el mundo real, es decir, recogen las características descriptivas de los elementos geográficos. Por ejemplo, los atributos de un parque podrían ser: nombre, área, horario de operación, cronograma de mantenimiento, etc.

La componente temporal alude al hecho de que las distribuciones espaciales se van modificando con el transcurrir del tiempo. Saber el año, la estación climatológica, el mes, el día o incluso la hora del día en que fueron tomados los datos territoriales es totalmente crítico para muchas aplicaciones. Así por ejemplo, un mapa de usos de suelo actual presenta ciertas diferencias con respecto a otro de la misma región unos años antes y así sucesivamente a medida que va cambiando el tiempo, de manera que tenemos un mapa para cada momento temporal.

La topología se refiere a las relaciones que existen entre los elementos, con las cuales se determinan las interrelaciones geométricas de las entidades espaciales y que permite manejar los siguientes conceptos:

Conectividad: unión de arcos a través de nodos, incluye el concepto de sentido de flujo, viraje, derechos de vía, etc.

Polígonos: conjunto de líneas o arcos conectados alrededor de un punto. Tiene dos dimensiones: área y perímetro.

Proximidad, contigüidad: explica la relación de vecindad entre elementos (derecha, izquierda, cercanía, lejanía).

Para cerrar este apartado se cree conveniente comentar que se estima que un 80% de los datos manejados en las organizaciones en todo el mundo, poseen esta componente geográfica.

## **2.5 Documentación, documentos y su clasificación**

Remontándonos en la historia, con la aparición de la imprenta a mediados del siglo XV se multiplicó el número de ejemplares de una obra, difundiendo de manera eficaz, por primera vez, la cultura entre los letrados de la época.

En el siglo XVI se ven surgir los primeros avances en el campo científico europeo de la mano de la Medicina, la Matemática, la Historia y la Geografía, las ciencias más desarrolladas en ese entonces.

La evolución de la producción científica se aceleró durante los siglos XVIII y XIX, y fue a finales del siglo XIX que se empieza a tomar conciencia de la importancia de la organización y control de los libros para su eficiente recuperación, debido principalmente al exceso de materiales existentes y su ritmo de avance.

Surge de ese modo, iniciándose con los trabajos de Paul Otlet y Henry La Fontaine, el movimiento documental, cuyas finalidades fueron:

- 1) El control de la producción bibliográfica mundial
- 2) La creación de la figura del documentalista, experto en el tratamiento y difusión de la producción bibliográfica

Para el desarrollo de estas dos finalidades básicas, se hacía necesario el establecimiento de una ciencia de carácter general –la Documentación como Ciencia para la Ciencia- en la cual se implicara tanto el estudio teórico de las causas, fundamentos y leyes que rigen la transmisión del conocimiento, como el estudio de las técnicas que permitieran agilizar la difusión de esa información.

En palabras del profesor López Yepes, “la Documentación busca las causas últimas de la comunicación de la ciencia en todos los procesos que posibiliten la transmisión última de los conocimientos científicos con el fin de convertirse en la base



de nuevos conocimientos. Ello sitúa a la disciplina, de un lado, en el ámbito espectral de la Ciencia de la Ciencia y, de otro lado, dentro de los linderos de los planteamientos de las Ciencias Informativas”<sup>78</sup>.

Para la Federación Internacional de Documentación (FID), “Documentación es la colección, almacenamiento, clasificación, selección, diseminación y utilización de toda la información”<sup>79</sup>. Según esta institución, la Ciencia de la Documentación posee tres cualidades principales:

- 1) La Documentación está estrechamente relacionada con la información.
- 2) La Documentación es un tratamiento más o menos complejo al que se somete la información para facilitar su recuperación y difusión.
- 3) Este tratamiento consta de varias operaciones, lo que permite afrontar su estudio teórico desglosándolo en unas determinadas fases. En consecuencia, se puede considerar la Documentación como un proceso.

Adicional a lo anterior y de acuerdo con Desantes Guanter<sup>80</sup> se puede agregar que:

- 1) Los procesos documentales implican actos comunicativos, pues involucran sujetos –emisores y receptores- que intercambian mensajes entre sí.
- 2) El tratamiento documental conlleva asimismo una puesta en forma especial de los mensajes que conlleva.
- 3) El objetivo prioritario de la Documentación y de sus profesionales consiste en paliar la ignorancia del receptor sobre el avance logrado por el ser humano en el área de estudio que ha emprendido, ayudando así el progreso científico de la humanidad.

---

<sup>78</sup> López Yepes, J. *¿Qué es la Documentación?*. En: López Yepes, J. (comp). *Fundamentos de información y documentación*. 2ª ed. EUDEMA. Madrid, 1990. pp. 46-52.

<sup>79</sup> Cortés Alonso, V. *Documentación y documentos*. Ministerio de Cultura, Subdirección General de Archivos. Madrid, 1980. pp.15.

<sup>80</sup> Desantes Guanter, J. M. *Teoría y régimen jurídico de la documentación*. Eudema. Madrid, 1987. pp. 25. En Martínez Comeche, J.A. *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Síntesis. Madrid, 1995.

De lo antes expuesto se observa que en los procesos informativo-documentales, el concepto de información cobra especial relevancia, de manera que en ellos la existencia del sistema de comunicación exige que los sujetos participantes –emisor y receptor– establezcan comunicación con un objetivo más específico, no sólo el de transmitir un mensaje cualquiera, sino el de transmitir un mensaje informativo.

Asimismo, haciendo propia la definición de documento, éste se establece como el mensaje informativo incorporado a un soporte, el cual tiene la capacidad de difusión, transmisión y conserva, siendo una fuente efectiva de información permanente, con un efecto multiplicador o potenciador de la información que contiene.

El documento, tal como lo hemos concebido, se caracteriza por una triple dimensión señalada por López Yepes<sup>81</sup>, que sirve para fijar su tipología:

- 1) Soporte físico
- 2) Mensaje informativo
- 3) Posibilidad de transmisión o difusión del conocimiento sustentado en el documento y actualizado en el proceso documental.

Conforme a estos rasgos esenciales, es posible establecer diversas clasificaciones, destacando las que inciden en:

- 1) La naturaleza del soporte
- 2) El código empleado en el mensaje
- 3) El rigor científico del mensaje
- 4) El área del conocimiento que abarca el mensaje
- 5) El tratamiento y consiguiente modificación del mensaje original
- 6) La capacidad de difusión

Desde la perspectiva del soporte empleado, los documentos utilizan hoy en día mayoritariamente papel (libros, artículos, folletos...), materiales magnéticos (disquetes, cintas magnéticas...) y los denominados soportes ópticos (cd-rom, discos compactos, video discos (DVD)...), aunque a lo largo de la historia han variado mucho (madera,

---

<sup>81</sup> López Yepes, J. *Nuevos estudios de Documentación: el proceso documental en las ciencias de la comunicación social*. Instituto Nacional de Publicidad. Madrid, 1978. pp.110-111.

piel, pergamino, piedra, metal...) pudiendo afirmarse que en general cualquier material es apto para la grabación en él de un mensaje<sup>82</sup>.

La clasificación más habitual y una de las más provechosas por su sencillez y utilidad práctica, siguen siendo la que atiende al código empleado en el mensaje. De esta manera se distingue entre documentos textuales, cuando los signos corresponden a la lengua escrita; gráficos, como mapas o planos; iconográficos, por ejemplo los cuadros, diapositivas, o fotografías; sonoros o fónicos, entre los que están las cintas y los discos; audiovisuales, como películas y vídeos; plásticos o tridimensionales, referidos a cualquier objeto conservado, por ejemplo, en un museo; informáticos, legibles en una computadora; o documentos multimedia, cuando el documento combina varios de los códigos anteriormente expuestos; entre otros<sup>83</sup>.

En cuanto al rigor científico del mensaje, suelen dividirse los documentos en científicos, técnicos y de divulgación, según va disminuyendo el nivel de profundidad y precisión del mensaje emitido<sup>84</sup>.

El documento puede ser también agrupado de acuerdo con el área de conocimiento que abarca en el sistema de las ciencias, hablándose entonces de documentos económicos, sociales, históricos, jurídicos, lingüísticos, geográficos, entre una enorme variedad de mensajes posibles.

La estructuración del documento que considera el tratamiento a que es sometido el contenido del mensaje, modificando consiguientemente su presentación, diferencia entre un documento primario, el cual su contenido y presentación son originales: libros, artículos, etc.; un documento secundario, cuyo contenido deriva del original y lo referencia -bien describiendo su forma externa, bien condensando el tema o asuntos de que trata-, asimismo su presentación sigue reglas y normas específicas;

---

<sup>82</sup> Guiunchant, C.; Menou, M. *Introducción general a las ciencias y técnicas de la información y documentación*. 2ª ed. Corregida y aumentada por Marie-France Blanquet. CINDOC (CSIC): UNESCO. Madrid, 1992. pp. 42-43

<sup>83</sup> Pinto Molina, M. *El resumen documental: principios y métodos*. Prólogo de F. W. Lancaster. Fundación Germán Sánchez Ruipérez. Pirámide. Madrid, 1992. p. 40

<sup>84</sup> Guiunchant, C.; Menou, M. *Introducción general a las ciencias y técnicas de la información y documentación*. 2ª ed. Corregida y aumentada por Marie-France Blanquet. CINDOC (CSIC). UNESCO. Madrid, 1992. pp. 46-47

y un documento terciario, cuya concepción varía según los teóricos. García Gutiérrez<sup>85</sup> por ejemplo, lo concibe como un documento que difunde un contenido primario –es decir, información original, nunca referencial–, presentada con una estructura típicamente secundaria: diccionarios, léxicos, tesauros, enciclopedias.

Por último, en lo que respecta a su capacidad de difusión, el documento puede ser portador de un mensaje publicado o público, sin restricciones en cuanto a su transmisión, ya realizada; inédito, desconocido o no comunicado; reservado, es decir, de acceso limitado; o personal, cuyo interés es individual y por tanto su difusión es reducida<sup>86</sup>.

## 2.6 Documentos geográficos

De acuerdo con la definición de documento y las clasificaciones señaladas anteriormente, se define a los Documentos geográficos como todos aquellos mensajes informativos que describen, analizan, registran o se encuentran relacionados con datos geográficos (también denominados y usados como sinónimos los términos de datos espaciales, datos geoespaciales, geodatos, entidades geográficas, objetos espaciales o rasgos geográficos) y que están incorporados a un soporte, cualquiera que éste sea<sup>87</sup>.

Asimismo se establece para complementar la definición anterior, que los datos geográficos son entidades espacio-temporales que refieren la distribución, el estado o los vínculos de distintos fenómenos u objetos naturales o sociales<sup>88</sup>, los cuales a su vez cumplen con los siguientes principios básicos:

---

<sup>85</sup> García Gutiérrez, A. L. *Lingüística documental. Aplicación a la documentación social*. Ed. Mitre. Barcelona, 1984.

<sup>86</sup> Pinto Molina, M. El resumen documental: principios y métodos. Prólogo de F. W. Lancaster. Fundación Germán Sánchez Ruipérez. Pirámide. Madrid, 1992. pp. 40

<sup>87</sup> De acuerdo con el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA), el término *geográfico* tiene que ver más con los aspectos de la Tierra, ya sea en dos o tres dimensiones (superficie terrestre, atmósfera, océanos), en tanto que el término *espacial* tiene un marco multidimensional, como por ejemplo, las imágenes médicas son referenciadas al cuerpo humano, dibujos de ingeniería se refieren a objetos mecánicos, planos arquitectónicos a edificios. De acuerdo con lo anterior, el término *geográfico* es subconjunto del término espacial, no obstante se usan indistintamente, al igual que el término híbrido *geoespacial*.

<sup>88</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *Fundamentos teóricos de un SIG*. Bogotá, 1998.

- Tienen posición absoluta, sobre un sistema de coordenadas (x,y,z)
- Tienen una posición relativa frente a otros elementos del paisaje (topología: incluido, adyacente, cruzado, etc.)
- Pueden referirse a una figura geométrica para su representación (punto, línea, polígono)
- Tienen atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno)

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)<sup>89</sup>, los datos geográficos pueden ser clasificados como fundamentales, básicos y agregados.

Los datos geográficos fundamentales se refieren principalmente a cuestiones territoriales, tales como: nombres geográficos, catastro, vías de comunicación e infraestructura, redes hidrográficas, imágenes de fotografías aéreas y de satélite, relieves y modelos de elevación, límites y referencias geodésicas.

Los datos geográficos básicos tienen relación con elementos sociales y del medio ambiente, entre éstos se encuentran los datos geoestadísticos de población, vivienda, economía, recursos naturales, etc. En tanto que los datos geográficos de valor agregado se relacionan con servicios, fenómenos naturales o sociales, como la educación, el turismo, la migración, desastres naturales, entre otros.

De esta manera, dado que existen diversas maneras de representación, explicación y análisis de los datos espaciales, los tipos de documentos posibles son también variados y heterogéneos, teniendo como resultado un universo de Documentos geográficos muy amplio y que van desde diagramas, grabados, litografías, diccionarios geográficos, textos, planos, mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite, así como diversos productos y servicios geográficos digitales generados a partir de los anteriores, como ortofotos, fotomapas, espaciomapas, modelos digitales de elevación, anáglifos, sistemas de datos vectoriales y toponímicos, sistemas de consulta, atlas, catálogos, centros distribuidores de metadatos, Sistemas de información geográfica, entre otros.

---

<sup>89</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2006). *Norma Técnica NTG-015 - 2006 Clasificación de Datos Espaciales*. Disponible en: [http://www.coteigep.puebla.gob.mx/phocadownload/dependencias/coteigep/normatividad/info\\_geografica/normas/ntg-015%20-%202006%20clasifdatosesp%2024-nov-06.pdf](http://www.coteigep.puebla.gob.mx/phocadownload/dependencias/coteigep/normatividad/info_geografica/normas/ntg-015%20-%202006%20clasifdatosesp%2024-nov-06.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

## ***Diagramas***

Un diagrama o gráfico es un tipo de esquema de información que representa datos numéricos tabulados. Dentro de los diagramas que tienen que ver con datos geográficos están los relacionados con la población (natalidad, mortalidad, crecimiento natural, ingresos, egresos), climogramas, de vegetación, de correlación de hallazgos (bióticos, estratigráficos, litológicos, arqueológicos, arqueobotánicos, zooarqueológicos, bioantropológicos), entre otros.

## ***Grabados***

Los grabados son resultados de una técnica de impresión que consiste en transferir una imagen dibujada con instrumentos punzantes, cortantes o mediante procesos químicos en una superficie rígida llamada matriz con la finalidad de alojar tinta en las incisiones y que después es transferida por presión a otra superficie como papel o tela.

En los libros antiguos de geografía, muchas de las ilustraciones se hacían mediante grabados, por ejemplo, los grabados sobre las razas humanas, junto a otros grabados alegóricos y representaciones de las regiones históricas, acompañaban casi siempre a las explicaciones de geografía política o geografía humana. Asimismo, eran frecuentes las vistas de ciudades o grabados que representaban paisajes.

## ***Litografías***

La litografía es un procedimiento de impresión mediante el cual se reproduce sobre papel la escritura o el dibujo, realizado con tinta especial o lápiz graso sobre la superficie de una piedra calcárea, de estructura especial, muy compacta y homogénea. Esta tiene una forma de placa gruesa, con las dos caras opuestas paralelas, estando una de ellas muy pulida y con las aristas rebajadas.

Las partes que constituyen el dibujo (grasas), que han rechazado el agua, retienen la tinta, que es rechazada en cambio por las partes húmedas de la piedra (espacios no dibujados). Luego se superpone una hoja de papel, sobre la que se ejerce la presión de un torno o, modernamente, la de un cilindro de la máquina de

imprimir litográfica, obteniendo el traslado al papel de la capa de tinta que constituye el dibujo.

Con el tiempo, al aparecer las rotativas se comenzaron a emplear láminas flexibles de zinc o de aluminio y más recientemente de plástico, en sustitución de las pesadas piedras litográficas. Asimismo, con la incorporación de la fotomecánica, dichas planchas dejaron de ser dibujadas a mano, puesto que la sensibilización de su superficie permitía exactas reproducciones fotográficas.

Es de señalarse que reciben el nombre de litografía, además del sistema de impresión, cada uno de los ejemplares obtenidos por este procedimiento así como el taller donde se realiza este tipo de trabajos.

### ***Diccionarios geográficos o gazetteers***

Un gazetteer es un diccionario o directorio geográfico, el cual contiene información de referencia sobre lugares y topónimos<sup>90</sup>, que normalmente son utilizados en conjunto con mapas y con atlas. Típicamente contiene información relacionada con el perfil de un país, una región o un continente, así como estadísticas sociales, características físicas, tales como montañas, ríos, vías de comunicación, entre otras.

En este tipo de documentos, generalmente la información se encuentra organizada por temas con entradas en orden alfabético, de ahí que su contenido toma la forma y nombre de diccionario.

Dentro de los documentos más antiguos de este tipo, hay antecedentes en la Antigua Grecia en la Era Helénica. Asimismo, el primer gazetteer chino del que se tiene conocimiento apareció en el siglo I y posteriormente con la aparición de la

---

<sup>90</sup> Un topónimo es, en sentido general, el nombre de un lugar, pudiendo ser éste un punto concreto en el territorio (ciudad, pueblo, monumento, ermita, pozo, etc) o bien una extensión de terreno con límites bien precisados (provincia, término municipal, etc) o sin precisar (zona o área con nombre asignado por tradición de los lugareños: *Tierra de Mingo*, *Las Viñas del Monte*, *Las Majadas*, etc). En sentido amplio, también podrían considerarse topónimos los nombres de cualquier hito geográfico que aparezca representado en un mapa y que posea un nombre o denominación (*Autovía del Nordeste*, *CLM-203* – aplicado a una carretera autonómica–, *Poste TV*, etc). El conjunto de estos topónimos se conoce como Toponimia, así como a la parte de la Cartografía que estudia y analiza estos aspectos en los mapas.

imprensa, en el siglo IX se generaron diccionarios geográficos de aéreas locales, los cuales se utilizaban como fuente de información, pero también para mostrar con orgullo su territorio.

Asimismo se señala que los diccionarios alfabéticos habían sido formados primeramente por los gramáticos para facilitar la búsqueda de los vocablos y que fue la aplicación de esta técnica la utilizada para la identificación de nombres de lugar, con finalidades cartográficas y de erudición clásica<sup>91</sup>.

Actualmente los gazetters modernos pueden ser consultados en las secciones de referencia de algunas bibliotecas o a través de internet.

### ***Textos geográficos***

Este tipo de documento se refiere a los que contienen signos que corresponden a la lengua escrita, es decir, transmiten información mediante textos escritos, con la característica particular de que refieren, contienen o explican datos del tipo geográfico.

La escritura en sí es un sistema gráfico de representación de una lengua, por medio de signos trazados o grabados sobre un soporte plano. Como medio de representación, la escritura se diferencia de los pictogramas en que es una codificación sistemática que permite registrar con toda precisión el lenguaje hablado por medio de signos visuales regularmente dispuestos.

La invención de la escritura se dio en varios lugares del mundo de forma independiente. Las primeras técnicas de escritura se remontan al año 4000 a. C. En Eurasia apareció en Oriente Medio y Egipto y también en China. El sistema creado en Oriente Medio y Egipto se extendió rápidamente a las áreas culturales cercanas y es el origen de la mayoría de las escrituras del mundo.

No obstante lo anterior, existen diversos hallazgos de representaciones gráficas previas a la escritura propiamente dicha, como los de las cuevas de Chauvet (1995), Cosquer (1994) o Lascaux (1940) en Francia, con imágenes que datan de

---

<sup>91</sup> Capel, H. *Cuadernos críticos de Geografía Humana*. Año VI. Número: 31. Universidad de Barcelona. Enero de 1981. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/geo31.htm> [Consulta: 21-08-2012]



31.000, 24.000 y 15.000 años aproximadamente de antigüedad respectivamente, o la cueva de Altamira (1868), pero que muy probablemente tenían una intención diferente a la escritura.

De acuerdo con la tipología de Werlich<sup>92</sup>, existen cinco tipos principales de textos: narrativos, descriptivos, instruccionales o regulativos, expositivos y argumentativos.

En el caso de los que ahora nos ocupan, estos no se enmarcan en uno solo de los tipos de textos señalados, sino que dependiendo de su intención es la forma en que estos se escriben y transmiten su mensaje. Sirvan de ejemplo los siguientes textos:

“En el paso del Ebro está la colonia *Dertosa*. *El Ebro* corre por una llanura grande hacia el sur, paralelo a los Pirineos, y tiene su origen entre los cántabros”

Estrabón

«Estos focesos fueron los primeros griegos que hicieron largas travesías por mar, y fueron ellos los que descubrieron el Adriático, Tirrenia, Iberia y Tartessos. Y navegaban, no en naves de carga, sino en naves de guerra de cincuenta remos. Una vez llegados a Tartessos se ganaron la amistad del rey de los tartesios, cuyo nombre era Argantonio, que ejerció el poder durante ochenta años, y vivió en total ciento cincuenta»

Historias de Herodoto

## **Planos**

Cuando se habla de un plano, se está haciendo referencia a la superficie geométrica que no posee volumen, es decir, que es sólo bidimensional y que posee un

---

<sup>92</sup> Werlich, E. *A Text grammar of English*. Quelle & Meyer. Heidelberg, 1976.

número infinito de rectas y puntos que lo cruzan de un lado al otro. Sin embargo, cuando el término se utiliza en plural, se está hablando de aquel material que es elaborado como una representación gráfica de superficies de diferente tipo.

Los planos son especialmente utilizados en ingeniería, arquitectura y diseño ya que sirven para diagramar en una superficie plana (bidimensional) diferentes tipos de estructuras tridimensionales y tienen por objetivo poner de manera gráfica la organización y disposición de los elementos que componen esa estructura para facilitar su comprensión.

A diferencia de lo que sucede con los mapas, los planos no requieren de un sistema proyectivo superior, es decir, no tienen en cuenta la esfericidad de la Tierra, ya que estos suelen referirse a espacios relativamente pequeños o delimitados. Al mismo tiempo, no necesita ser siempre una representación exacta de lo que se observa, si no una diagramación de sus elementos más importantes, la ubicación de los mismos y las conexiones que puedan existir entre unos y otros, e incluso, en muchos casos los planos de diseño pueden ser creaciones personales del artista y no estar basadas en la recreación de un espacio ya existente.

Tradicionalmente los planos se generaban en papel, pero actualmente se realizan y trabajan con apoyo de programas de CAD (diseño asistido por computadora) en soportes informáticos.

## ***Mapas***

La evidencia del uso de mapas para describir los entornos, interpretar el ambiente, orientar o apoyar la navegación, es tan antiguo como el conocimiento de las primeras civilizaciones humanas. No obstante, muy seguramente los primeros mapas tenían como finalidad ubicar en dónde había o se ubicaba algo de interés, como por ejemplo un buen punto de pesca, agua fresca o un lugar peligroso a ser evitado.

Hoy en día encontramos mapas por doquier dentro de nuestra vida diaria, los cuales van desde lo simple y sublime hasta lo complejo y confuso. Desde la simbología en la puerta de un baño hasta el mapa de una ciudad, o desde el directorio de tiendas en un centro comercial hasta un mapa geológico describiendo la estructura interna de la Tierra, o desde las señales de tránsito hasta mapas digitales del mundo

acompañadas de videos, fotografías, notas o artículos de periódicos relacionados con eventos o situaciones en cualquier parte del mundo, pero todos son mapas.

Estos mapas guían y dirigen nuestras actividades diarias y nos ayudan a tomar decisiones. Se usan para presentar información, formular políticas o investigar, y cualquiera que sea su propósito, todos los mapas son herramientas, producto del esfuerzo humano y su creatividad, que representan algún aspecto del mundo o del universo, siendo todos ellos representaciones, aproximaciones o abstracciones de algo grande y complejo.

Bajo la perspectiva anterior, todos los mapas emplean algún tipo de código para formular o expresar un mensaje y son utilizados para comunicar algo, por lo que las distorsiones que éstos puedan tener, afectan la comunicación en sí.

Harley<sup>93</sup> abre la perspectiva para que los mapas y los planos sean considerados dentro de una posibilidad de conocimiento más amplia y se estudien como fuentes de la historia cultural y social.

En lo que respecta a los mapas, hay múltiples respuestas a lo qué son. Para los historiadores, una definición adecuada es “Una construcción social del mundo expresada a través de la cartografía” y lejos de fungir como una simple imagen de la naturaleza que puede ser verdadera o falsa, los mapas redescubren el mundo, al igual que cualquier otro documento, en términos de relaciones y prácticas de poder, preferencias y prioridades culturales.

Lo que leemos en un mapa está tan relacionado con un mundo social invisible y con la ideología, como con los fenómenos vistos y medidos en el paisaje, de aquí que Harley define al mapa como un *constructo social*.

Los mapas también comparten muchos intereses comunes con el estudio del libro al exhibir su función textual en el mundo y ser sujetos de control bibliográfico, interpretación y análisis histórico<sup>94</sup>.

---

<sup>93</sup> Harley, J. B. *La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía*. Fondo de Cultura Económica (Tezontle). México, 2005.

Los mapas utilizan un lenguaje propio que permiten la comunicación, incluso al mismo nivel que otros lenguajes o sistemas de signos. Son una construcción de la realidad, imágenes cargadas de intenciones y consecuencias que se estudian en las sociedades de su tiempo, y al igual que los libros, son también producto tanto de las mentes individuales como de los valores culturales y amplios en sociedades específicas.

Para fines de este trabajo, se define a los mapas como un tipo de documento en los que se plasman modelos gráficos que representan localizaciones espaciales, sus atributos y sus relaciones topológicas, los cuales posibilitan la comunicación y generación de información a partir de su lectura, análisis, contextualización e interpretación de los datos y mensajes contenidos.

Adicionalmente y como ya se señalaba anteriormente, para la representación de una parte o de toda la superficie de la Tierra en un mapa, intervienen cuatro factores fundamentales: un *sistema de referencia*, que permite establecer la localización de los puntos sobre la superficie de la Tierra; una *proyección*, a través de la cual se considere la forma de la superficie terrestre; la *escala*, que corresponde a la relación entre la medida real del terreno y la que se establece en el mapa; y la *simbología*, por medio de la cual se representan y transmiten los mensajes, que devienen del significado de los símbolos en cuestión.

La disciplina que se encarga de estudiar las fases y procedimientos técnicos necesarios para la representación gráfica de la superficie terrestre es la *Cartografía* y apoyada de otras disciplinas estudia su proporcionalidad, contenidos, fuentes, técnicas, producción, lenguaje, diseño, lectura, repercusiones, etc.<sup>95</sup> De aquí que los documentos geográficos que se han definido, en ocasiones también toman el nombre de documentos cartográficos.

Dentro de las clasificaciones más utilizadas de los mapas, se pueden distinguir dos: de acuerdo a su escala y a su contenido.

---

<sup>94</sup> McKenzie, D.F. *Bibliography and the Sociology of Texts*. The Panizzi Lectures. The British Library. Londres, 1985. En: Harley, J. B. *La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía*. Fondo de Cultura Económica (Tezontle). México, 2005.

<sup>95</sup> García Abad-Alonso, J. J. *Documento 1. La Cartografía: Nociones teóricas básicas*. Universidad de Alcalá. Disponible en: [http://www.geogra.uah.es/jgabad/pdf\\_06-07/doc\\_cartog\\_ambiental-prof\\_garciaabad.pdf](http://www.geogra.uah.es/jgabad/pdf_06-07/doc_cartog_ambiental-prof_garciaabad.pdf) [Consulta: 11-03-2010]

Por su escala pueden ser:

- a) Mapas a escala grande 1: 25,000 y menores
- b) Mapas a escala mediana 1: 100,000 a 1: 50,000
- c) Mapas a escala pequeña 1: 5,000,000 a 1:250,000

Por su contenido los mapas pueden ser:

a) Mapas topográficos. Son aquellos que representan el relieve (altimetría), es decir, la fisonomía y la configuración del terreno. Por lo tanto, su objetivo principal es dar la configuración básica geográfica de una región, incluyendo los accidentes naturales más notables y también las obras hechas por el hombre (planimetría). A su vez los mapas topográficos se dividen en:

- Mapas topográficos básicos: Son aquellos que se realizan de principio a fin con procedimientos de campo (recopilación de toponimia) y gabinete (fotografía aérea y levantamientos geodésicos).
- Mapas topográficos derivados: Son aquellos que se obtienen a partir de los anteriores y de otros documentos cartográficos, elaborados fundamentalmente por técnicas cartográficas.

b) Mapas temáticos: Son aquellos que están destinados a materias específicas y contienen el mínimo de información topográfica para sustentar el contenido. El mapa temático es tan extenso que ha sido necesario agruparlo en cuatro grandes temas:

- Cartografía de Recursos Naturales: mapas geológicos, de vegetación, de suelos, etc.
- Cartografía Humana: mapas étnicos, turísticos, urbanos, etc.
- Cartografía Marina: cartas batimétricas, de navegación, etc.
- Otros tipos de cartas.

Cabe señalar que en México, mapa y carta se usan como sinónimo, pero hay quienes hacen una diferenciación de acuerdo a su escala, señalando que éstas últimas se plasman en escalas medianas o pequeñas.

## ***Fotografías aéreas***

Son imágenes de un área determinada, obtenida mediante una cámara métrica instalada en una nave aérea. Dichas fotografías tienen una sobre posición longitudinal del 60% y una transversal del 15 al 30%. Pueden ser en color o blanco y negro y su tamaño más común es de 23 x 23 cm, aunque se pueden hacer ampliaciones (diversas escalas). Encuentra aplicaciones en el campo de la investigación Arqueológica o Geológica, así como en Agricultura para recabar información sobre la naturaleza de los terrenos y la extensión de los cultivos, o en el campo militar para obtener información sobre objetivos estratégicos.

## ***Imágenes de satélite***

Las imágenes de satélite o satelitales son fotografías tomadas por un satélite artificial, que muestra la geografía de un territorio específico, ya sea una ciudad, un país o un cuerpo celeste.

A diferencia de una fotografía tradicional, las imágenes de satélite pueden registrar por separado los valores de radiación recibidos en distintas bandas de longitudes de onda. Asimismo, la calidad de la imagen depende del instrumento utilizado (denominado sensor) y la altitud desde donde fue captada.

Las imágenes satelitales son muy recientes, surgieron aproximadamente durante la segunda mitad del siglo XX. Se le tomaron fotografías a la Tierra, la Luna, al espacio y hoy en día podemos observar un ejemplo notable de lo que es una imagen satelital a través de los servicios de Google, en donde podemos explorar todo el globo terrestre según las coordenadas geográficas y por ejemplo en este caso, las imágenes que se observan en este tipo de servicios son tomadas de manera separada, e incluso por diferentes satélites y luego unidas usando tecnología especializada – apoyados por Sistemas de información geográfica -, de esta manera los datos son empatados y asociados a coordenadas, lo que da como resultado una integración perfecta (o casi perfecta) de imágenes, mapas y planos de los lugares.

Asimismo, de acuerdo con las técnicas utilizadas en la teledetección o en la percepción remota -como la fotogrametría o la fotointerpretación- es posible obtener información sobre las características de la zona representada, apoyando de esta

manera diferentes disciplinas como la Cartografía, Geografía, Geología, Ecología, entre otras, y se ha convertido en una eficaz herramienta en el estudio del clima, los océanos, los vientos, etc.

### ***Ortofotos***

Son imágenes que resultan del proceso de corrección de la fotografía aérea, a través del cual se eliminan las distorsiones propias de las fotografías como son las deformaciones de la película, las curvas de los lentes y el desplazamiento en la impresión de los objetos situados en el relieve rugoso de la superficie (diversas escalas). Asimismo, estas imágenes son referidas a un sistema de proyección cartográfica.

### ***Fotomapas***

Son documentos que presentan los detalles planimétricos por medio de la imagen fotográfica, logrados a partir de técnicas fotogramétricas que eliminan las distorsiones de la fotografía aérea, es decir, es una ortofoto a la cual se le agregaron coordenadas geográficas, cuadrículas de referencia, nombres y símbolos (diversas escalas).

### ***Espaciomapas***

Estos materiales se generan a partir de imágenes de satélite (digitalizadas) del sensor TM (mapeador temático) que se encuentra a bordo de los satélites Landsat.

Corresponde a imágenes obtenidas en las bandas 2, 3 y 4 y se reproducen en falso color compuesto. En estos materiales se pueden identificar por medio de su color la agricultura de riego, de temporal, pastizales, bosques, selvas, cuerpos de agua y nubes. También se pueden distinguir las zonas urbanas con su nombre respectivo.

### ***Modelos digitales de elevación***

Son productos derivados de las cartas topográficas en su escala correspondiente y consisten en la representación de las elevaciones del terreno sobre el nivel del mar a través de una matriz de intervalos regulares.

Los modelos digitales de elevación reflejan características morfológicas simples (pendientes, orientación, etc.) pero incorporando información auxiliar es posible elaborar otros modelos más complejos, utilizando conjuntamente la descripción morfológica del terreno y simulaciones numéricas de procesos físicos.

### ***Anáglifos***

Los anáglifos o mapas en tercera dimensión, son sistemas de representación cartográfica capaces de provocar un efecto tridimensional, cuando se ven con lentes especiales (lentes de color diferente para cada ojo).

En un anáglifo cartográfico (en adelante sólo anáglifo) aparecen representadas las curvas de nivel en dos colores, verde y rosa. Los dos conjuntos aparecen ligeramente desplazados uno con respecto al otro. Al mirar esta representación con las gafas, que tienen los cristales coloreados en los mismos tonos que las curvas de nivel, se percibe automáticamente, sin necesidad de realizar ningún ejercicio de concentración especial, el relieve de la zona incluida en el anáglifo.

Estas imágenes han vuelto a despertar interés debido a la presentación de imágenes, vídeo juegos, películas de cine, DVD y vídeos en internet que usan esta técnica; asimismo, para la ciencia y el diseño, donde la percepción de profundidad es útil, se han elaborado imágenes tridimensionales. Un ejemplo es proporcionado por la NASA, que usa dos vehículos orbitales para obtener imágenes en 3D del Sol.

### ***Sistemas de datos vectoriales y toponímicos***

Estos se refieren principalmente a datos digitales vectoriales relacionados con rasgos de la Cartografía Topográfica, entre los que están: curvas de nivel, hidrografía,



poblaciones, vías de comunicación y obras de infraestructura en general, entre otros datos geográficos.

Asimismo, contienen los datos y nombres geográficos presentes en las cartas topográficas como los nombres de poblaciones y sitios habitados; nombres de sierras, ríos y otros rasgos naturales; nombres de instalaciones y obras de infraestructura.

La principal utilización de estos es en diferentes aspectos de planeación, evaluación del medio e infraestructura, apoyo a la generación de nuevos productos cartográficos, integración con datos estadísticos, entre otros.

### ***Sistemas de consulta de datos y documentos geográficos***

Son herramientas o instrumentos de apoyos utilizados para la localización, consulta, acceso y despliegue de documentos y datos geográficos.

Anteriormente estos sistemas se basaban en los registros en papel de los inventarios de los distintos tipos de materiales. Actualmente, además de llevarse en medios electrónicos, muchos de ellos están disponibles a través del internet y apoyan diferentes necesidades de información, los cuales van desde la obtención de nombres normalizados y oficiales de un lugar, pasando por una vista rápida del rasgo correspondiente, un esquema a través del cual se puede referenciar el elemento y sus alrededores, hasta la localización administrativa y geográfica en donde se ubica el elemento, con posibilidades de asociarle otras capas de datos que complementen la información requerida.

### ***Atlas***

Un atlas es una colección sistemática de mapas de diversa índole que contiene una capitulación de distintos temas de conocimiento como la geografía física, la situación socioeconómica, religiosa y política de un territorio concreto.

Los atlas se pueden clasificar de acuerdo a determinadas características:

- Según su extensión, pueden ser: universales (mundiales), nacionales, regionales, comarcales, locales.
- Según el tipo de información contenida, pueden ser Geográficos o Temáticos.
- Según el soporte en que se presentan: impreso sobre papel, en soportes electrónicos o en internet.

### **Catálogos**

De acuerdo con la Real Academia Española<sup>96</sup>, un catálogo es una relación ordenada en la que se incluyen o describen de forma individual libros, documentos, personas, objetos, etc., que están relacionados entre sí.

Tradicionalmente los catálogos han sido considerados como herramientas claves para el acceso a los recursos documentales ya sea contenidos en una Biblioteca o Centro de Información en formato impreso, o en repositorios o contenedores de documentos digitales.

A partir de su adopción y empleo, los catálogos han tomado un sinnúmero de formas: libro manuscrito e impreso, tarjetas, microfichas y actualmente catálogos en línea.<sup>97</sup>

Haciendo referencia a los catálogos en línea, entre los componentes principales que lo conforman están: equipos informáticos para el almacenamiento y consulta de información; una base de datos para el almacenamiento y organización de los datos y los sistemas de telecomunicaciones<sup>98</sup>.

---

<sup>96</sup> Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima segunda edición. Disponible en: <http://www.rae.es/drae/> [Consulta: 14-08-2012]

<sup>97</sup> Martínez Arellano, F. *Impacto del uso de un catálogo en línea en una biblioteca universitaria*. UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas. México, 1997.

<sup>98</sup> Lawrence, G.S.; Matthews, J.R. & Miller, C.E. *Cost and features of online catalogs: The state of the art* Information Technology and Libraries, 2(4). Dec. 1983. En: Martínez Arellano, F. *Impacto del uso de un catálogo en línea en una biblioteca universitaria*. UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas. México, 1997.

En cuanto a las características básicas de los catálogos en línea se tienen que son: interactivos, expandibles y públicos o transparentes<sup>99</sup>, esto es: son interactivos por la forma de comunicación bidireccional que se establece entre el usuario y el catálogo; expandibles dado que pueden crecer, adaptarse y mejorarse de acuerdo a las necesidades o gustos de los usuarios; y transparentes, por su facilidad de uso, principalmente.

Para el caso que nos ocupa, un catálogo de Documentos geográficos es el instrumento a través del cual se hace accesible la información de cada uno de estos documentos, disponibles en uno o varios fondos documentales.

## **2.7 Documentos geográficos analógicos y digitales**

Partiendo de la definición establecida en este trabajo para un documento: “un mensaje informativo incorporado a un soporte que tiene la capacidad de difusión, transmisión y conserva”, los mapas impresos han sido durante siglos el medio de representación de los datos geográficos por excelencia, pero han sido superado por los mapas digitales.

Mientras que el mapa analógico (impreso) ofrece una visión estática y rígida del territorio, los digitales, montados en Sistemas de información geográfica, permiten manejar e integrar múltiples enfoques, distintos y complementarios, teniendo la posibilidad de generar nuevos mapas a partir de la información manejada.

No obstante que los mapas son los principales documentos geográficos, otros que se encuentran dentro de esta clasificación son las fotografías aéreas, las imágenes de satélite, los espaciomapas, entre otros, que se encuentran tanto en formatos duros o analógicos (impresos) y también en formatos digitales (para mayor explicación ver el apartado 2.7 de éste documento).

---

<sup>99</sup> Hildreth, C. R. *Beyond boolean: Designing the next generation of online catalogs*. Library Trends, 35(4). Spring 1987. Disponible en: [http://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7500/librarytrendsv35i4k\\_opt.pdf](http://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7500/librarytrendsv35i4k_opt.pdf)  
[Consulta: 21-08-2012]

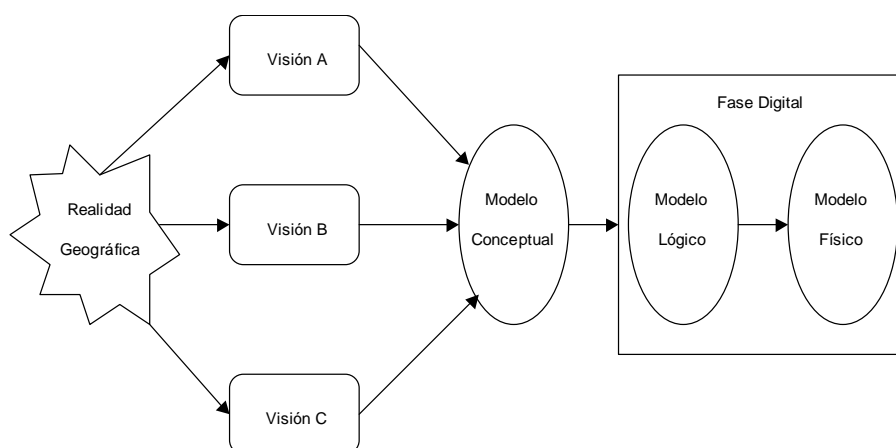
De acuerdo con los objetivos propuestos para este trabajo, nos orientaremos al proceso de conceptualización y organización geográfica en formatos digitales, el cual consta de cuatro fases a nivel teórico<sup>100</sup>:

La primera fase es la selección de una parte de la realidad de acuerdo con los propósitos del observador y con los medios técnicos disponibles.

La segunda fase es la representación conceptual, es decir, la síntesis de las visiones parciales, basándose en los principios (conceptos que guían la organización de la información, las primitivas gráficas para representar entidades geográficas, tradicionalmente puntos, líneas y polígonos), los formalismos (reglas lógicas y matemáticas de representación y organización de la información geográfica en las bases de datos) y el modelo a utilizar (raster o vectorial principalmente), se identifica el fenómeno geográfico y se describen las características y las relaciones entre las entidades geográficas.

La tercera fase del proceso es la representación lógica, en la cual se traslada la organización conceptual previamente realizada, al formato a manejar con apoyo de la computadora, es decir, es aquí en donde se inicia el tratamiento informático.

La cuarta y última etapa trata de la organización de los datos en los soportes de almacenamientos (hardware) apoyados en las herramientas de software (programas de aplicación) con que se cuenta.



*Figura 5. Proceso de conceptualización y organización geográfica en formatos digitales.*  
Comas, D. y Ruiz, E. (1993).

<sup>100</sup> Comas, D. y Ruiz, E. *Fundamentos de los Sistemas de información Geográfica*. Editorial Ariel. Barcelona, 1993. pp. 96

## Capítulo 3. Sistemas de información geográfica

### 3.1 Definición y objetivos de los sistemas de información

Actualmente no se concibe una organización que realice sus operaciones sin una forma metódica y sistemática. Asimismo, la cantidad creciente de datos, aunada a la evolución y abaratamiento de las tecnologías de información y comunicación han hecho posible que prácticamente en todas las actividades se cuente con sistemas de información que los apoye.

Los Sistemas de información (SI) se refieren al conjunto de personas, datos, procedimientos y tecnología que funcionan en conjunto con un objetivo común: apoyar las actividades de una organización, asegurando que haya información exacta y confiable, disponible cuando se necesite<sup>101</sup>.

Otra definición de Sistema de información es la que hace referencia a un conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurados en función de las necesidades específicas del negocio, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para la operación de la organización y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar las funciones de negocio de la empresa, de acuerdo con su estrategia<sup>102</sup>.

En términos generales, un Sistema de información ejecuta tres actividades principales: en primer término, recibe datos de fuentes internas o externas de la organización como elementos de entrada; en segundo término, actúa sobre los datos para producir información (procesamiento de los datos); finalmente, la tercera actividad se refiere a la generación y entrega de la información al usuario final<sup>103</sup>.

La entrada de datos es el proceso mediante el cual un Sistema de información toma los datos requeridos y previamente determinados que servirán para su procesamiento y emisión de resultados. Ahora bien, las entradas pueden ser manuales

---

<sup>101</sup> Ong, W. J. *Orality & Literacy: The Technologizing of the World*. Routledge. Londres, 1995.

<sup>102</sup> Andreu, R.; Ricart, J.E.; Valor, J. *Estrategia y Sistemas de información*. McGraw-Hill. Madrid, 1996. p. 13.

<sup>103</sup> Senn, J. A.; *Sistemas de información para la Administración*. Ed. Iberoamericana. México, 1990.

o automáticas: las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos funcionales.

El procesamiento es la capacidad que tiene el Sistema de información para efectuar cálculos sobre los datos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con algunos que están almacenados, permitiendo la transformación de estos en información que puede apoyar la toma de decisiones.

Finalmente, la salida de información es la capacidad de un Sistema de información para emitir el resultado del procesamiento de los datos o que estaba previamente almacenada y con ello dar respuesta a las solicitudes hechas por un usuario. Adicionalmente se considera importante mencionar que en ocasiones la salida de un Sistema de información puede constituir la entrada a otro sistema o a otro módulo funcional.

En cuanto a los objetivos de los Sistemas de información, fundamentalmente deben responder a los siguientes<sup>104</sup>:

- Proveer de toda la información necesaria para el funcionamiento de la organización.
- Proporcionar a todos los niveles de la organización la información necesaria para controlar las actividades de la misma.
- Debe evolucionar al ritmo de la organización.
- Utilizar la información como un recurso corporativo que debería ser planificado, gestionado y controlado para ser más efectivo a la organización.
- Definir la evolución del sistema de Información basado en las necesidades.

Otros objetivos que se establecen para los Sistemas de información relativos a su funcionalidad son:

- Buscar facilitar, simplificar o realizar automáticamente procesos que tradicionalmente se realizan de forma manual. Por ejemplo: procesos contables, cómputo de piezas en una cadena de producción.

---

<sup>104</sup> Gil Pechuán, I. *Sistemas y tecnologías de la información para la gestión*. McGraw-Hill. Madrid, 1997.

- Realizar el acopio, almacenamiento, procesamiento y tratamiento eficiente de los datos con la finalidad de contar con información oportuna cuando así se requiera, que permita tomar decisiones eficientes, efectivas y a un bajo costo para la organización.
- Interaccionar con el usuario al nivel que le corresponda, de acuerdo con sus actividades y funciones dentro de una organización.

Asimismo, para lograr los objetivos descritos, el Sistema de información debe ser capaz de:

- Captar la información necesaria para el logro de los resultados previamente establecidos.
- Recibir datos al menor costo y sin errores (por ejemplo, utilizando lectores de código de barras para bajar la cantidad de errores).
- Evaluar la calidad e importancia relativa de los datos de entrada.
- Procesar la información sin corromperla y transformarla para que sea útil al usuario.
- Almacenar los datos de forma que estén accesibles cuando se requieran.
- Ofrecer la información de acuerdo con las necesidades del usuario, distribuyéndola de la forma más conveniente.

Adicionalmente, en relación también con la funcionalidad de los Sistemas de información para el logro de sus objetivos, éste debe cumplir con algunos otros aspectos, tales como:

- Precisión, referida principalmente a la veracidad y calidad de los datos.
- Oportunidad, para que la información se obtenga en el momento en que se necesita.

- Capacidad de proceso, a fin de dar todos los datos que se demandan de una sola vez y evitar retrasos.
- Relevancia, que permita establecer niveles y prioridades en la toma de datos, su proceso y salidas del sistema.
- Disponibilidad, que exige la posibilidad de acceso a la información siempre que sea necesario.
- Seguridad, llegando a establecer niveles de acceso a los sistemas en función del puesto del usuario en la organización de la empresa.

### 3.2 Clasificación de los Sistemas de información

Existen muchos tipos diferentes de Sistemas de información: para tipos distintos de organizaciones, para funciones diversas dentro de las organizaciones, para necesidades empresariales diferentes y en distintos niveles de administración de una organización, sin embargo los Sistemas de información se suelen clasificar con base en el nivel de complejidad del sistema y en el tipo de funciones que atiende<sup>105</sup>.

De acuerdo con Senn<sup>106</sup>, los sistemas de información por su funcionamiento se clasifican en:

- *Sistemas de procesamiento de transacciones.* Son aquellos que se desarrollan para procesar grandes volúmenes de información. Ejecutan las actividades de carácter rutinario de las organizaciones (registro, orden, clasificación, cálculo, distribución, resumen, almacenamiento y despliegue de los datos); sin embargo, el elemento humano sigue participando en la captura de la información requerida.
- *Sistemas de información para la administración.* Proporcionan informes periódicos para la planeación, el control y la toma de decisiones. Son sistemas que se sustentan en la relación que surge entre las personas y las

---

<sup>105</sup> Oz, E. *Administración de los Sistemas de información*. Cengage Learning Editores, S.A. México, 2008.

<sup>106</sup> Senn, J. A.; *Sistemas de información para la Administración*. Ed. Iberoamericana. México, 1990.



computadoras, soportan un amplio espectro de tareas de las organizaciones, más que los sistemas de procesamiento de datos, incluyendo el análisis y la toma de decisiones. Se utilizan bases de datos compartidas.

- *Sistemas de información gerencial.* Son sistemas de fácil manejo orientados a proporcionar información para la toma de decisiones, en donde los requisitos de información pueden ser identificados de antemano, pero a diferencia de los sistemas de apoyo a las decisiones, no cuentan con toda la funcionalidad que estos últimos ofrecen.
- *Sistemas de apoyo a las decisiones.* Dependen de una base de datos como fuente de información y se distinguen de los sistemas de información para la administración por hacer énfasis en el *apoyo* en cada una de las etapas de la toma de decisiones. Ayudan a los gerentes en la toma de decisiones únicas y no reiteradas que no están siempre estructuradas. Adicionalmente se puede señalar que se están destacando cada vez más los sistemas de apoyo a las decisiones grupales.
- *Sistemas de información ejecutivos.* Presentan información relevante y resumida, con la capacidad de poder adentrarse en la información tanto como el usuario lo desee.
- *Sistema de información para oficinas.* Combina actividades de procesamiento de datos, teletransmisión de datos y procesamiento de palabras. Estos sistemas por su naturaleza están destinados a apoyar la automatización y el manejo de la información en oficinas.

Adicionales a los anteriores se encuentran los *Sistemas expertos o de inteligencia artificial* (también llamados en ocasiones sistemas basados en conocimiento). En este tipo de sistemas se captura y utiliza el conocimiento de un experto para la solución de un problema en particular.

Si bien en los Sistemas de apoyo a las decisiones, la decisión dependía de la persona responsable, el Sistema experto selecciona la mejor solución al problema o al tipo específico del problema que se trate. Los elementos básicos de un Sistema experto son: la base de conocimientos y una máquina de inferencia que liga al usuario

con el sistema, procesando sus solicitudes mediante lenguajes como el PROLOG o LISP y la interfaz del usuario.

La clasificación de los Sistemas de información propuesto por el Grupo de Ingeniería de Organización de la Universidad Politécnica de Madrid (GIOUPM)<sup>107</sup> está dada por su alcance al interior de una organización, de esta manera pueden estar clasificados como:

*Sistemas de información verticales.* Son los que permiten a la organización obtener, almacenar y suministrar un acceso a la información referente a los cambios del mercado, los cambios de productos, y el uso de procesos. Dentro de este tipo de sistemas se encuentran inmersos los sistemas de control clásico, además de los sistemas ejecutivos y los de apoyo a las decisiones individuales y de grupo.

*Sistemas de información horizontales.* Estos sistemas facilitan el que todas las áreas de la empresa estén conectadas entre sí, con flujos más rápidos de información. Los sistemas horizontales requieren capacidades de proceso que permitan una funcionalidad cruzada y tener como objetivo la entrega rápida y adecuada del producto, teniendo en cuenta además los cambios en las especificaciones, en los requerimientos de los productos y las necesidades de los servicio, por ejemplo.

Una clasificación más en la que se integran los Sistemas de información según su nivel de uso dentro de una organización, es la siguiente<sup>108</sup>:

*Sistemas de apoyo a las operaciones.* Dentro de estos se encuentran los sistemas de procesamiento de transacciones, los de control de procesos (sistemas que toman decisiones rutinarias para controlar procesos operacionales, tales como órdenes de compra automáticas, sensores en plantas, etc.) y los de comunicación y colaboración en grupo.

---

<sup>107</sup> Grupo de Ingeniería de Organización de la Universidad Politécnica de Madrid (GIOUPM). *Clasificación de los Sistemas de información*. Disponible en: <http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/sistemas-informacion/clasificacion-de-los-sistemas-de-informacion-79.asp> [Consulta: 21-09-2009]

<sup>108</sup> Etcheverry, S. *Clasificación de los Sistemas de información*. Disponible en: <http://www.unap.cl/~setcheve/siiqg/Page32.html> [Consulta: 21-08-2012]

*Sistemas de apoyo gerencial.* Dentro de este grupo se tienen los sistemas de información gerenciales (para la emisión de reportes específicos para los gerentes), los de apoyo a las decisiones y los ejecutivos. En general se enmarcan los sistemas centrados en el suministro de información y respaldo para el proceso de toma de decisiones efectiva de los gerentes, haciendo un gran énfasis en la integración de los sistemas y las tecnologías de información

Otros tipos de Sistemas de información que se basan en las actividades relacionadas con la generación de productos o servicios son<sup>109</sup>:

*Sistemas de administración de una cadena de suministro,* los cuales apoyan las diferentes etapas de un proceso empresarial, como por ejemplo, en las industrias que producen artículos, las actividades son de mercadotecnia, compra de materias primas, fabricación y ensamblaje, empaque y embarque, facturación, cobro y servicio después de la venta. En las industrias de servicios, la secuencia incluye mercadotecnia, administración de documentos y vigilancia de carteras de clientes<sup>110</sup>.

*Sistemas de administración de las relaciones con los clientes,* en los cuales se incluyen una amplia variedad de sistemas de información, desde los sencillos que ayudan a conservar los registros de los clientes hasta los sofisticados que analizan y detectan de manera dinámica los esquemas de compras y predicen cuándo un cliente específico va a cambiarse a la competencia.

*Sistemas de inteligencia empresarial,* cuyo propósito es obtener relaciones y tendencias de los datos básicos que pueden ayudar a las organizaciones a competir mejor.

En relación con los contenidos que manejan, se consideran aquí dos tipos relevantes de Sistemas de información:

---

<sup>109</sup> Oz, E. *Administración de los Sistemas de información*. Cengage Learning Editores, S.A. México, 2008.

<sup>110</sup> En ocasiones a estos sistemas se les denomina *Sistemas de planeación de los recursos de la empresa (ERP)*, pero se considera que es erróneo, porque ellos permiten a los administradores vigilar y modificar los procesos empresariales mientras ocurren y no sólo para planificar.

*Sistemas de gestión documental* (SGD) que hacen referencia a sistemas informáticos que permite rastrear y almacenar documentos electrónicos o imágenes de documentos soportados en papel. El término normalmente se relaciona con conceptos como Sistemas de administración de contenido (CMS), Sistemas manejadores de documentos (DMS) y es comúnmente visto como un sistema de administración de contenido corporativo relacionado con el término digital<sup>111</sup>.

En los últimos tiempos, los Sistemas de gestión documental han permitido la implementación de los llamados *Repositorios documentales* de organizaciones de muy diversa índole (también conocidos como Repositorios digitales), los cuales tienen como finalidad el procesamiento, almacenamiento y recuperación de colecciones en formato digital producidas por estas organizaciones y puestas a disposición bajo la filosofía de acceso abierto (*open access*). Asimismo, su accesibilidad se ha extendido a partir del desarrollo de redes interoperables de repositorios digitales, en vista a la mayor difusión y visibilidad de las colecciones que se contienen.

*Sistemas de información geográfica*, los cuales tienen como característica principal el que la información manejada es referenciada a sitios o lugares geográficos y su aplicación es muy amplia, pues pueden destinarse a la administración de operaciones diarias, como también para la planeación y la toma de decisiones, además de emplearse para proporcionar servicios mediante la web, como ayudar a los residentes de un lugar a ubicar diferentes servicios sobre un mapa de una ciudad, o para planificar la rutas de un viaje<sup>112</sup>.

En años recientes se han combinado las características de los diferentes sistemas de información señalados y cada vez es menos probable que se encuentren como sistemas independientes con una sola capacidad, pues los requerimientos actuales son muy amplios y diversos y con ellos se planifican controlan y toman decisiones.

---

<sup>111</sup> Gestión documental. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_documental](http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_documental) [Consulta: 18-08-2012]

<sup>112</sup> Oz, E. *Administración de los Sistemas de información*. Cengage Learning Editores, S.A. México, 2008.

Bajo este escenario, los sistemas que se estudian y son motivo del presente trabajo son los Sistemas de información geográfica, los cuales tienen una amplia utilización e incluyen como característica particular la referenciación y presentación tanto de documentos como de datos geográficos, que le dan un valor agregado con respecto a los demás.

### **3.3 El ciclo de vida de los Sistemas de información**

De acuerdo con Kendall<sup>113</sup>, el ciclo de vida de los Sistemas de información es un enfoque por etapas de análisis y diseño, que postula que el desarrollo de los sistemas mejora cuando existe un ciclo específico de actividades entre una o varias personas que analizan (analistas) y de los usuarios.

El ciclo de desarrollo se compone de siete etapas:

- 1) Identificación de problemas, oportunidades y objetivos
- 2) Determinación de los requerimientos de información
- 3) Análisis de las necesidades del sistema
- 4) Diseño del sistema recomendado
- 5) Desarrollo y documentación del software
- 6) Prueba y mantenimiento del sistema
- 7) Implantación y evaluación del sistema

Aunque cada etapa se presenta de manera discreta, nunca se llevan a cabo como elementos independientes. En lugar de ello, diversas tareas se realizan de forma simultánea e incluso en ocasiones de manera cíclica.

#### *Identificación de problemas, oportunidades y objetivos*

Esta primera fase es crucial para el proyecto, pues es aquí en donde el analista se involucra para identificar claramente los problemas o necesidades, así como las oportunidades que se tienen, además de establecer los objetivos del proyecto.

---

<sup>113</sup> Kendall, K. E. & Kendall J. E. *Análisis y Diseño de Sistemas*. Prentice Hall. México, 2005.

Para llevar a cabo lo anterior, el analista observa de manera directa lo que ocurre en la organización, desarrollando para ello entrevistas con las personas claves y líderes de procesos. Posteriormente, en conjunto con otros miembros de la organización se revisarán los problemas y oportunidades detectadas (entendidas como aquellas situaciones que pueden apoyarse e incluso mejorarse con el uso de un Sistema de información) y por último, en caso de ser viable el desarrollo del Sistema de información, se lleva a cabo la redacción de los objetivos a través de los cuales le permitirán a una organización alcanzar sus metas, esclareciendo la solución de problemas y aprovechamiento de las oportunidades específicas detectadas.

#### *Determinación de los requerimientos de información*

La siguiente etapa que aborda el analista, es la determinación de los requerimientos de información a partir de los usuarios particularmente involucrados. Para identificar los requerimientos de información dentro de la organización, suelen utilizarse diversos instrumentos, los cuales incluyen: el muestreo, el estudio de los datos y formularios utilizados, la entrevista, los cuestionarios, la observación de la conducta de quien(es) toma(n) las decisiones, así como de su ambiente; además del desarrollo de prototipos.

En esta etapa, el analista hace todo lo posible por identificar qué información requiere el usuario para desempeñar sus tareas. Puede ver cómo varios de los métodos para establecer las necesidades de información, lo obligan a relacionarse directamente con los usuarios. Esta etapa sirve para elaborar la imagen que el analista tiene de la organización y de sus objetivos.

#### *Análisis de las necesidades del sistema*

Esta etapa consiste en analizar las necesidades propias del sistema. Una vez más, existen herramientas y técnicas especiales que facilitan al analista la realización de las determinaciones requeridas. Estas incluyen el uso de los diagramas de flujo de datos los cuales se basan en una técnica estructurada para representar de forma gráfica la entrada de datos de la organización, los procesos y la salida de información. A partir del diagrama de flujo de datos, se desarrolla un diccionario de datos, que contiene todos los elementos que utiliza el sistema, así como sus especificaciones.

Durante esta fase, el analista revisa también las decisiones estructuradas por realizar, que son decisiones en donde las condiciones, acciones y reglas de acción pueden determinarse.

Para el análisis de las decisiones estructuradas, existen tres métodos principalmente utilizados: el lenguaje estructurado, las tablas de decisiones y los árboles de decisiones.

En el caso de las decisiones semiestructuradas, con frecuencia se apoyan con los sistemas de decisiones y el analista las examina de acuerdo con el grado de complejidad del problema, así como con el número de criterios considerados al llevar a cabo las decisiones.

El análisis de decisiones de criterio múltiple (referidas a aquellas decisiones donde numerosos factores tienen que equilibrarse) también es parte de esta etapa y para ello se dispone de diversas técnicas para el análisis de criterio múltiple, como son: el proceso de intercambio y la aplicación de métodos de ponderación.

Finalmente, el analista de sistemas prepara una propuesta general del Sistema de información y resume todo lo que ha encontrado, así como un análisis costo/beneficio de las alternativas y plantea las recomendaciones (si es que existieran) de lo que debería realizarse.

### *Diseño del sistema*

En esta etapa del ciclo de desarrollo de sistemas, el analista usa la información que recolectó con anterioridad y elabora el diseño lógico del Sistema de información, así como los procedimientos precisos de captura de datos y los accesos efectivos.

Como parte del diseño lógico del Sistema de información se encuentra el de la interfaz con el usuario, el de los archivos o las bases de datos que almacenarán los datos requeridos para su funcionamiento, además del diseño de las salidas (en pantalla o impresas) hacia el usuario, de acuerdo con sus necesidades de información.

## *Desarrollo y documentación del software*

En esta etapa, el analista transmite a los programadores los requerimientos identificados para ser desarrollados. Dentro de las técnicas estructuradas mayormente utilizadas para el diseño y documentación del software se tienen: el método HIPO (*Hierarchy Input Process Output* – Jerarquía Entrada-Proceso-Salida), los diagramas de flujo, los diagramas Nassi-Schneiderman (también conocidos como diagrama de Chapin), los diagramas Warnier-Orr (también conocidos como diagramas de construcción lógica de sistemas) y el pseudocódigo.

Durante esta fase, el analista también colabora con los usuarios para desarrollar la documentación indispensable del software, incluyendo los manuales de procedimientos, los manuales técnicos y los del usuario, en los cuales se describe el funcionamiento del software y a los cuales se puede remitir en caso de algún problema.

## *Pruebas del sistema*

El Sistema de información debe probarse antes de utilizarlo pues el costo es menor si se detectan los problemas antes de la entrega del sistema, es decir, antes de su puesta en producción. De esta manera, el programador realiza pruebas por su cuenta, otras se llevan a cabo en colaboración con el analista de sistemas y otras más, con los propios usuarios.

Los datos utilizados en las pruebas, normalmente son datos “tipo” con valores límite (superiores e inferiores) para probar el sistema en situaciones de excepción y posteriormente se utilizan los datos del sistema real. Cabe señalar que todas las pruebas se deben verificar y guardar en forma documentada, con el fin de contar con evidencia de su realización y en un momento dado poder recurrir a ellas para su revisión.



### *Implantación y evaluación del sistema*

En esta última etapa del desarrollo del sistema, el analista ayuda a implementar el Sistema de información. Asimismo, en esta etapa se incluye la capacitación de los usuarios y su implementación o puesta en funcionamiento.

En cuanto a la evaluación, aunque se considera en esta última etapa como verificación del buen funcionamiento del Sistema de información y el cumplimiento de los objetivos planteados, hay que señalar que la evaluación es permanente en todas las etapas del proceso, pues el buen desarrollo de cada una de ellas, garantiza la entrada a la siguiente.

### *Funcionamiento y mantenimiento*

El mantenimiento del sistema y de su documentación empieza justamente en esta etapa y después, esta función se deberá realizar de forma rutinaria a lo largo de toda la vida del sistema.

Las actividades de mantenimiento van desde la revisión y monitoreo del buen desempeño del sistema, la administración de cuentas de usuarios, el respaldo periódico de información, así como la adición o desarrollo de nuevos módulos o aplicaciones, los cuales tendrán un costo, que disminuirán en la medida que se apliquen procedimientos sistemáticos (modulares) en el desarrollo de los sistemas.

### *Fin de la vida útil*

El fin de la vida útil del Sistema de información se da cuando deja de ser utilizado, ya sea porque es reemplazado por otro sistema, porque hubo cambios en el negocio, o por modificaciones del entorno que hace que deje de ser operado, como el que su mantenimiento resulte demasiado costoso, por ejemplo.

Por lo anterior, es muy difícil determinar cuál es el tiempo de vida útil de un Sistema de información, pero en general, es difícil que un mismo sistema se mantenga por plazos muy extensos (más de 10 años), dado que los cambios tecnológicos y los requerimientos del medio suelen obligar a cambiar de sistemas.

### 3.4 Definición de Sistema de información geográfica

Históricamente los Sistemas de información geográfica (SIG, también conocido por su siglas en inglés como GIS, *Geographic Information System*) han sido definidos de muy distintas maneras y mientras que algunos autores ponen énfasis en los Sistemas de información geográfica como bases de datos (por ejemplo Dueker<sup>114</sup>; Goodchild<sup>115</sup>; Smith<sup>116</sup>; y Cebrián<sup>117</sup>), otros en sus funcionalidades (Burrough<sup>118</sup>; Clarke<sup>119</sup>; EPA<sup>120</sup>; NCGIA<sup>121</sup>) y algunos más en su importancia como Sistemas de Apoyo a las Decisiones (Cowen<sup>122</sup>).

La definición más citada durante años fue la de Burrough, "... se trata de un conjunto poderoso de herramientas para detectar, coleccionar, almacenar, extraer a discreción y desplegar datos espaciales del mundo real para un conjunto particular de propósitos"<sup>123</sup>.

Otra definición que ha sido muy aceptada es la que dieron Goodchild y Kemp desde el Centro Nacional de Información geográfica de los Estados Unidos (NCGIA), estableciendo que un Sistema de información geográfica es "un sistema compuesto

---

<sup>114</sup> Dueker, K. J. *Land resources information systems: a review of fifteen years' experience*. Geo-Processing. Vol. 1, No. 2, 1979. pp 105-128.

<sup>115</sup> Goodchild, M. F. *Geographic Information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma*. The Operational Geographer. Vol. 8, 1985, pp. 34-38.

<sup>116</sup> Smith, N. S. *Data models and data structures for Ordnance Survey*. Proceedings of the Ordnance Survey (SORSA) Symposium. Durham, 1987.

<sup>117</sup> Cebrián, J. A. *Sistemas de información Geográfica*. En: Bosque Sendra J. et. al. Aplicaciones de la Informática a la Geografía y a las Ciencias Sociales. Síntesis. Madrid, 1988.

<sup>118</sup> Burrough, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Clarendon Press. Oxford, 1986.

<sup>119</sup> Clarke, K. C. *Advances in geographic information systems*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 10, nos. 3/4, 1986, pp. 175-186.

<sup>120</sup> United States Environmental Protection Agency (EPA). *Geographic Information System Handbook*. Summer 1989. Disponible en: <http://www.epa.gov/nscep/index.html> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>121</sup> National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA/1990). *The NCGIA Core Curriculum in GIS*. Disponible en: <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/core.html> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>122</sup> Cowen, D. J. *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*. En: Proceedings GIS'87 ST. Francisco Second Annual International Conference, Exhibits and Workshops on GIS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54, 1988, pp. 1551-1554.

<sup>123</sup> Burrough, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Clarendon Press. Oxford, 1986. pp.6

por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelar y representar datos georreferenciados, con el objeto de resolver problemas de planificación y gestión”.<sup>124</sup>

Adicionalmente a las concepciones anteriores, hay autores que han propuesto ubicar a los Sistemas de información geográfica como la Ciencia de la información geográfica (*GIScience*)<sup>125</sup>, ya que no solamente estudian la parte técnica de la herramienta como sistema informático, sino que también abarcan muchos otros aspectos, tales como las condiciones legales<sup>126</sup>, la privacidad y confidencialidad de los datos, la economía de la información, es decir, se trabaja en un contexto social mucho más amplio<sup>127</sup>.

Actualmente la ciencia que ha integrado la mayor parte de estos aspectos es la Geomática, que en ocasiones también se le conoce como Geoinformática<sup>128</sup>.

De esta manera, el término de Sistema de información geográfica ha evolucionado y tomado diferentes acepciones en el tiempo, considerando actualmente, además de los elementos señalados, todos los relacionados con la organización, operación, suministro y regulación de los productos y servicios provistos por éstos, en vista a cubrir las necesidades de información de los usuarios a los que se orientan.

Así entonces, un Sistema de información geográfica lo suficientemente completo puede responder a un espectro muy amplio de preguntas, tales como las siguientes:

---

<sup>124</sup> Goodchild, M. F. & Kemp, K. (coords). *NCGIA Core Curriculum*. National Center for Geographic Information and Analysis. Santa Bárbara, California. 1990. 3 vols.

<sup>125</sup> Goodchild, M.F. *Geographical information science*. International Journal of Geographical Information Systems 1992, 6(1), pp. 31-45.

<sup>126</sup> Cho, G. *Geographic information science: mastering the legal issues*. John Wiley & sons. West Sussex, England, 2005.

<sup>127</sup> Goodchild, M.F. *Challenges in geographical information science*. Proceedings of the Royal Society A. Published online 20 April 2011. Disponible en: <http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/467/2133/2431.full.pdf+html?sid=9f56e0e9-8ca2-4524-96fe-885d6a51e1b9> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>128</sup> Geomática es el término científico moderno que hace referencia a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica, el cual fue acuñado por Bernard Dubuisson en 1969.

### Localización: ¿Qué hay en...?

La primera de las preguntas se refiere a identificar qué es lo que se encuentra en una localización determinada. La localización puede describirse de varias formas, por ejemplo, por su topónimo, por su código postal, o por referencias geográficas como latitud y longitud.



Figura 6. Casos de dengue por municipios de México. Santos, R. (2009)



Figura 7. Mapa turístico de Dubai. ESRI (2008)

Haciendo referencia a las figuras anteriores, con un Sistema de información geográfica se pueden llevar a cabo dos acciones básicas:

- Localizar ciertos objetos o hechos en particular
- Localizar patrones mediante la distribución de los objetos de interés

*Condición: ¿Dónde se encuentra?*

La segunda demanda es la inversa de la primera y requiere un análisis espacial. En lugar de identificar lo que se encuentra en un punto, lo que se busca es un lugar que reúna ciertas condiciones, por ejemplo, ¿en dónde se registraron las mayores probabilidades de casos de cáncer de tiroides a partir de la explosión del reactor nuclear de Chernobyl (Ucrania)?, asimismo es posible asociarlo con otros factores, tal como la dirección del viento.

En la siguiente imagen (figura 8) se muestran el distrito de Bielorrusia coloreado de acuerdo con las tasas de cáncer de tiroides en niños que excedieron un caso por 10.000. El rojo representa la probabilidad y los ciclos más altos, en tanto el espectro azul indica las probabilidades más bajas.

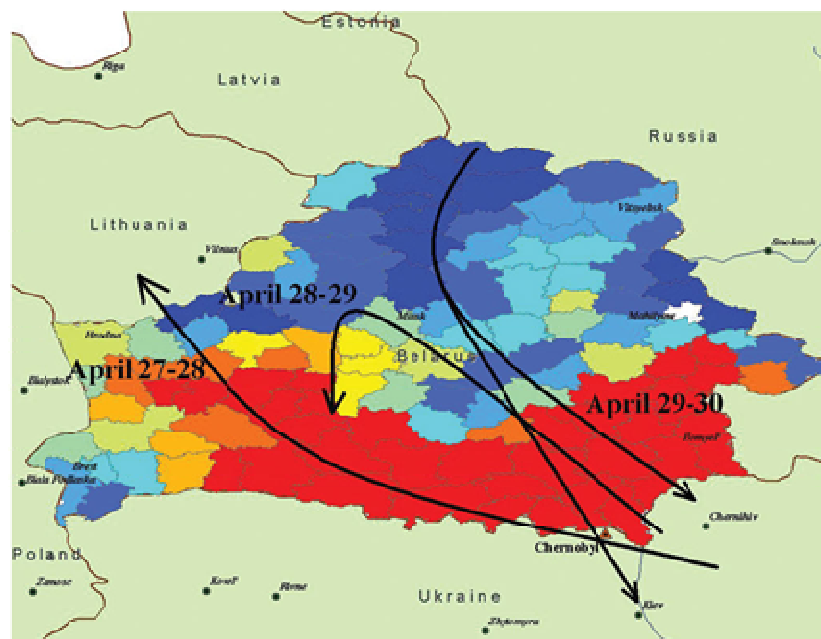
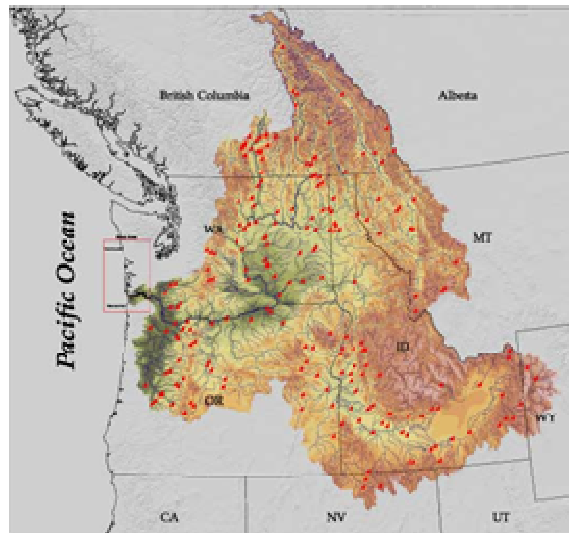


Figura 8. Probabilidad de cáncer de tiroides a partir de la explosión nuclear en Chernobyl. ESRI (2003)

*Tendencia: ¿Qué ha cambiado desde...?*

Esta pregunta involucra a las dos anteriores y su respuesta establece que diferencias ocurren en un área determinada a través del tiempo.



*Figura 9. Estudio de erosión de la costa suroeste de Washington.  
Washington Department of Ecology (2008)*

La imagen anterior (figura 9) muestra un mapa que fue realizado para apoyar los estudios de erosión de la costa suroeste de Washington, resaltando el relieve de la cuenca del Río Columbia y un total de 219 presas localizadas dentro de la cuenca que contribuyen a disminuir el flujo de descarga del río, dando como resultado menos inundaciones y menos acarreo de sedimentos por el río que anteriormente ocurrían.

*Distribución: ¿Qué patrones de distribución espacial existen?*

Esta pregunta es más compleja. Se plantea a partir de querer conocer la localización, disposición o el ordenamiento, así como posibles tendencias de objetos o fenómenos en una determinada región o espacio geográfico. Así por ejemplo, la siguiente imagen (figura 10) muestra las zonas en donde se ubican diferentes tipos de bosques en Estados Unidos de América.

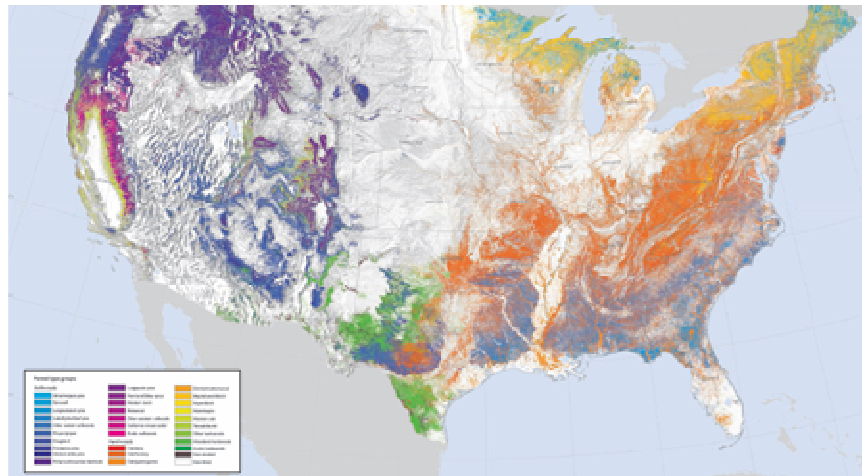


Figura 10. Tipos de bosques por grupos en Estados Unidos de América. ESRI (2011)

Otro caso es cuando se quiere conocer el área de afectación y el nivel de riesgo a partir de un fenómeno, por ejemplo, el caso que se presenta en la siguiente imagen (figura 11) en la cual se visualizan las áreas de riesgo por lluvia ácida en Europa, siendo Polonia en donde se ubica el nivel más alto.

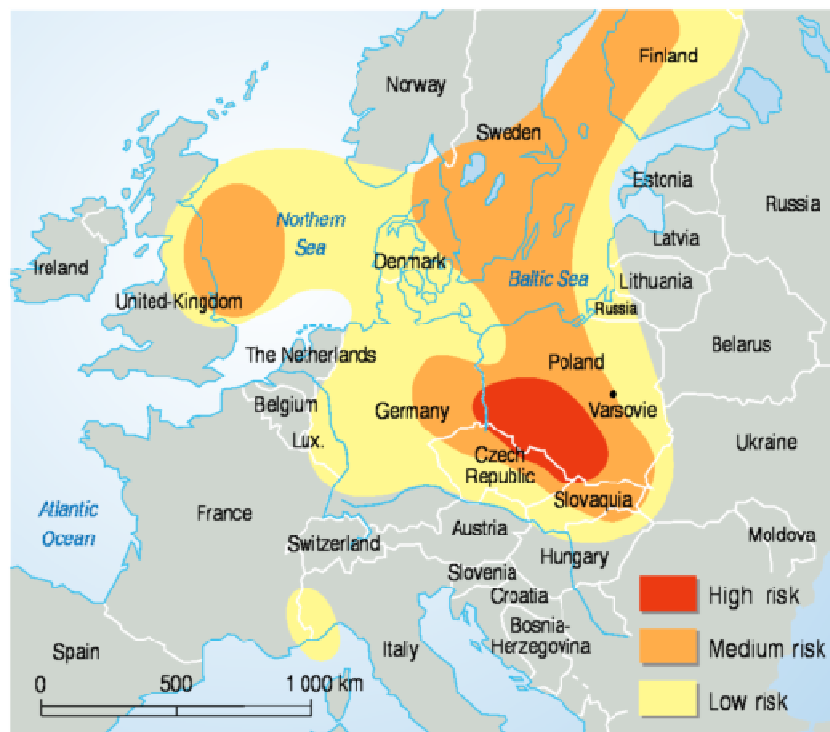


Figura 11. Lluvia ácida en Europa. UNEP/GRID-Arendal (1998)

### Modelización: ¿Qué sucede si...?

Cuestión que se plantea al intentar conocer qué pasaría si ocurriera un hecho o fenómeno determinado. Por ejemplo, en la siguiente imagen (figura 12) se muestra un mapa de peligros para flujos piroclásticos en el Volcán de Colima, México, mostrando en él los diferentes escenarios eruptivos (por zonas) y la población que estaría potencialmente en riesgo.

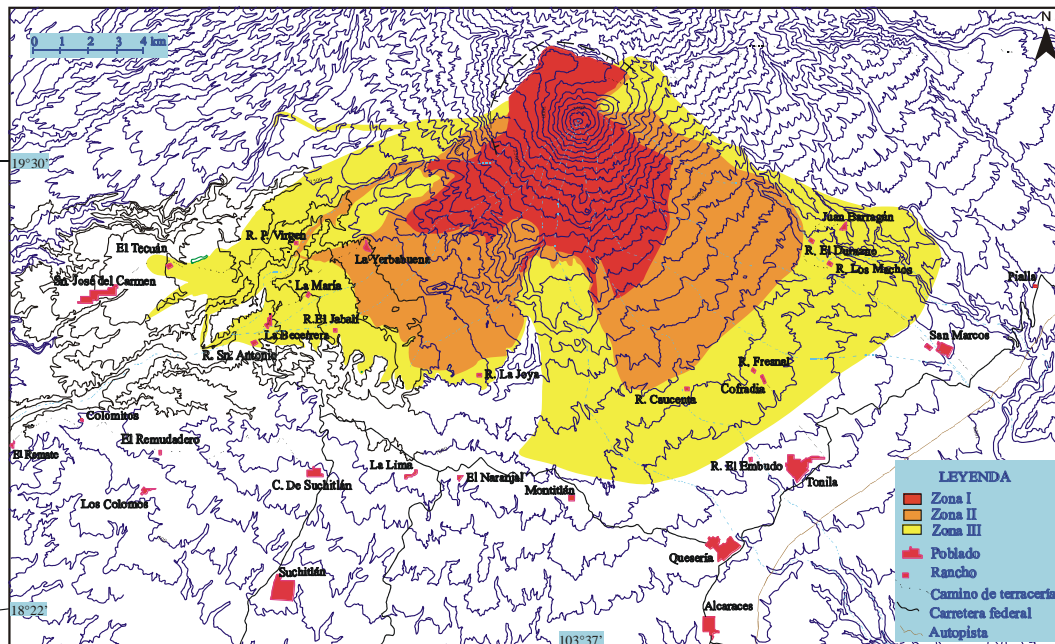


Figura 12. Mapa de peligros para flujos piroclásticos en el Volcán de Fuego de Colima. Saucedo, R. et al.

### Rutas ¿Cuál es el camino óptimo ...?

Se trata de determinar cuál es el camino óptimo (más corto o más rápido) entre dos lugares, lo cual es posible hacerlo a partir del análisis de redes, por ejemplo.



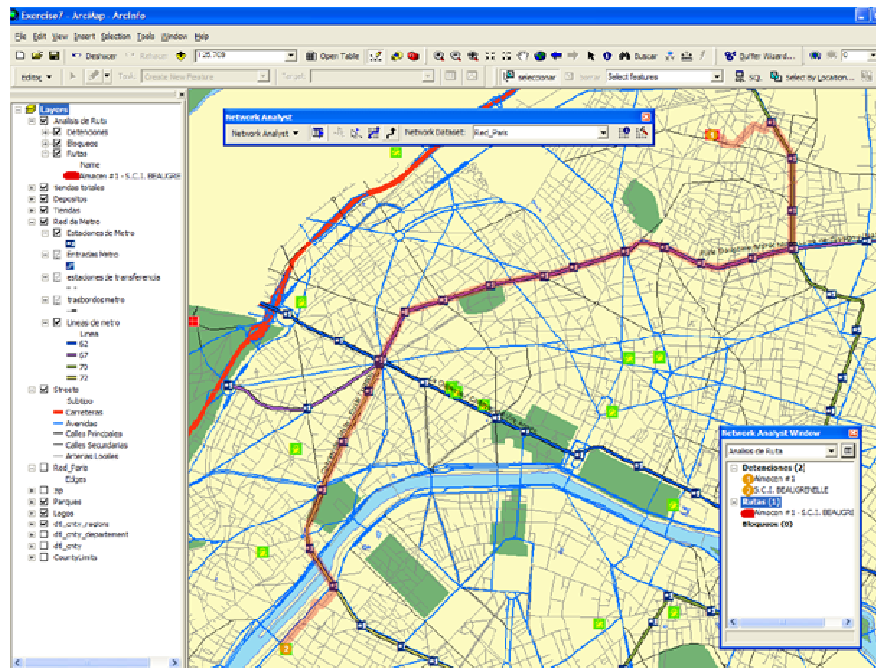


Figura 13. Análisis de rutas. Barrientos Martínez, M.A. (2007).

La imagen anterior (figura 13) da muestra de los elementos considerados para el análisis de rutas a partir de la localización de tiendas y depósitos, basados en la distribución de calles (principales y secundarias), arterias locales, avenidas y carreteras, así como diferentes factores que intervienen en el tránsito como detenciones y bloqueos.

### 3.5 Elementos de un Sistema de información geográfica

De acuerdo con las definiciones expuestas relacionadas con los Sistemas de información geográfica, sus componentes principales son: hardware, software y procedimientos para adquirir, capturar, manejar, manipular, analizar, modelar representar y gestionar datos georreferenciados, con el componente adicional por tanto, de las personas.

### 3.5.1 Hardware

El hardware lo forman todos los dispositivos físicos que constituyen a un sistema de cómputo.

Los componentes principales del hardware según su funcionalidad son: dispositivos de entrada, dispositivos de salida, la unidad central de procesamiento, la memoria interna, la memoria externa y los dispositivos de comunicación.

Los dispositivos de entrada sirven para introducir datos en una computadora a través de la conversión de señales eléctricas o de radiofrecuencia a dígitos binarios (símbolos de 1 y 0 que representan estado de encendido o apagado y que son entendidos por una computadora). Ejemplos de los dispositivos de entrada son los teclados, mouses, micrófonos, lectores de tarjetas, lápices ópticos, tableta digitalizadoras, escáner, libretas electrónicas, gps, restituidores, cámaras, controles de videojuegos (joystick), guantes de realidad virtual, entre otros.



*Figura14. Dispositivos de entrada de datos*

Los dispositivos de salida permiten representar los resultados del procesamiento o análisis de los datos. Ejemplos de los dispositivos de salida son los monitores, impresoras (de matriz de puntos, de inyección de tinta, láser o térmicas), graficadores o plotters, bocinas, proyectores multimedia, entre otros.



*Figura15. Graficador o plotter (dispositivo de salida de datos)*

Por su parte, la Unidad central de procesamiento dirige la ejecución de instrucciones por parte de todo el sistema y se compone de dos partes principales: la unidad de control y la unidad aritmética-lógica.

La unidad de control coordina las actividades de la computadora y determina que operaciones se deben realizar y en qué orden.

La unidad aritmética-lógica realiza todos los cálculos matemáticos con los que se procesan los datos internamente en la computadora, así como las operaciones lógicas.

La memoria de la computadora es en donde se alojan los datos a ser guardados o a procesarse, y pueden ser de dos tipos: memoria interna o memoria principal y memoria externa o secundaria.

La memoria interna a su vez se divide en dos tipos: la memoria RAM (*Random Access Memory* o Memoria de Acceso Aleatorio) que es en donde se alojan los datos de manera temporal mientras se está ejecutando un programa o previos a ser procesados y borra al apagar la computadora, mientras que el otro tipo de memoria es la ROM (*Read Only Memory*, o Memoria de Sólo Lectura), que a diferencia de la anterior, es permanente y ahí es donde se almacena normalmente la configuración del equipo.

La memoria externa, por su parte, sirve para poder disponer de un almacenamiento permanente, tanto para programas como para datos y para esto necesitamos de los dispositivos de almacenamiento secundario como son los disquetes, discos duros, cintas magnéticas, discos ópticos (CD-ROM, DVD's), tarjetas de memoria (*memory cards, flash memory*), así como otros dispositivos de almacenamiento externo.

Por último, los dispositivos de comunicación son aquellos que permiten la interconexión entre computadoras con el fin de compartir recursos mediante la conformación de redes a diferentes niveles (LAN - redes de área local, MAN – redes de área metropolitana, o WAN – redes de área amplia); entre estos dispositivos están los concentradores o *hubs, switches, gateways, routers*, entre otros.

### **3.5.2 Software**

El software es el conjunto de instrucciones llamados programas, dentro de los cuales se encuentran los sistemas operativos, los lenguajes de programación y los programas de aplicación.

Un sistema operativo es el conjunto de programas que controlan los recursos físicos de la computadora (hardware) y establecen las bases para que se puedan escribir y ejecutar los programas de aplicación (software). Entre los sistemas operativos actuales están: Windows, tanto en versiones para hogar, como profesionales y para servidores, MAC-OS que es el sistema operativo utilizado en las computadoras Apple y Unix en sus diferentes versiones, como el Linux para computadoras personales (en sus diferentes distribuciones: Red Hat, Mandrake, Suse, Ubuntu, etc.), Solaris (Unix para equipo SUN), HP-UX (Unix para equipo Hewlett Packard), Iris (Unix para Silicon Graphics).

Adicional a los anteriores, existen los sistemas operativos para dispositivos móviles, como el Palm OS, Symbian, Windows mobile, iOS y Android. Su diferencia con respecto a los primeros es que son sistemas operativos más simples y están más orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos.

En relación con los lenguajes de programación, a través de ellos se escriben las secuencias de instrucciones que indican al hardware de una computadora lo que debe hacer con los datos y es a través de ellos que se desarrollan los sistemas operativos y los programas de aplicación.

Actualmente coexisten tres tipos principales de lenguajes de programación: los lenguajes estructurados, utilizados principalmente para fines de ingeniería y científicos como el Pascal, Fortran, Lenguaje C; los lenguajes orientados a objetos, como Visual Basic, Visual C, Delphi; y los lenguajes orientados a web como Java, PHP, VB, .Net, entre otros.

En cuanto a los programas de aplicación, de acuerdo con Norton<sup>129</sup> estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Procesadores de texto
- Libros de cálculo
- Editores de imágenes y presentaciones
- Editores de dibujo
- Manejadores de bases de datos
- Software educativo y de entretenimiento
- Software de comunicación
- Utilerías

No obstante que un Sistema de información geográfica no es un programa de aplicación, sino un sistema que integra un conjunto de elementos y datos apoyados por diversas herramientas, se ha generado esta confusión debido a que existen en el mercado programas especializados que apoyan su integración.

Buscando establecer una clasificación funcional de los programas de aplicación específica para la integración de Sistemas de información geográfica, se tiene lo siguiente:

- Programas comerciales, los cuales corresponden a software desarrollado y comercializado por empresas dedicadas a ello, tales como: ArcGIS, Geomedia, ERDAS, Smallworld, Autodesk Map, MapInfo, etc.

---

<sup>129</sup> Norton, P. *Introducción a la computación*. McGraw-Hill. México, 2000.

- Programas de dominio público o de código abierto, los cuales en su mayoría son gratuitos y con posibilidades de adaptarlos, enriquecerlos y aportar conocimiento a otras personas o grupos de trabajo involucrados con ello, tales como el Grass y el Spring.
- Programas de desarrollo propio, referidos a programas que se crean para dar respuesta a problemas específicos de una organización y que posteriormente son susceptibles a comercializarse, tales son los casos de desarrollos hechos en instituciones académicas.

En relación a los módulos y funcionalidades básicas que se busca tengan los Sistemas de información geográfica, estos principalmente hace referencia a los siguientes subsistemas:

- Subsistema de entrada
- Subsistema de manejo de información geográfica
- Subsistema de análisis
- Subsistema de salida (visualización y reporte)

La gestión de las bases de datos se realiza a través de los denominados Manejadores de base de datos, siendo los más utilizados: el SQL-Server, MySQL, Oracle, Informix, Postgres o alguno de los provistos dentro de los programas de aplicación específicos.

No obstante que los anteriores son utilizados en buena medida para apoyar la construcción y gestión de las bases de datos que alimentan a los Sistemas de información geográfica, existen y cada vez se extiende más el uso de los software de Gestión de bases de datos espaciales (*Spatial DBMS*) tales como el Oracle Spatial, el Smallworld Spatial, PostgreSQL, Spatial Data Engine (SDE), entre otros, los cuales proveen de herramientas especiales para el manejo y organización de éste tipo particular de datos.

Oracle Spatial, por ejemplo, proporciona una forma para almacenar y recuperar datos multidimensionales en Oracle y se utiliza fundamentalmente en los Sistemas de información geográfica para implementar las referencias geográficas, además de plantear consultas tales como: ¿cuál es la relación entre un elemento y una ubicación

concreta? a través de un esquema SQL (lenguaje estructurado de consultas), así como de funciones que facilitan el almacenamiento, la recuperación, la actualización y las consultas a los datos contenidos en él.

### **3.5.3 Datos**

En cuanto a los datos manejados en los Sistemas de información geográfica, se establecen tradicionalmente dos tipos: los datos espaciales y los datos tabulares o atributos.

#### **Datos geográficos o espaciales**

Los datos geográficos o espaciales son datos del mundo real naturales o hechos por el hombre que pueden ser representados en un mapa.

Tal y como se señalaba en el capítulo 2 de este trabajo, los datos geográficos también son denominados y usados como sinónimos de los términos de datos espaciales, datos geoespaciales o geodatos.

Cada dato espacial tiene a su vez una localización y puede ser representado por medio de una figura o símbolo a través del cual se le asocian sus atributos (características o propiedades) que lo describen.

En lo que se refiere a la construcción de una base de datos espaciales o geográficos, ésta implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada asequible para el lenguaje de las computadoras actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, siendo importante desde este momento, ir definiendo las capas temáticas que se van a manejar, lo cual depende en mucho de los objetivos que se persigan.

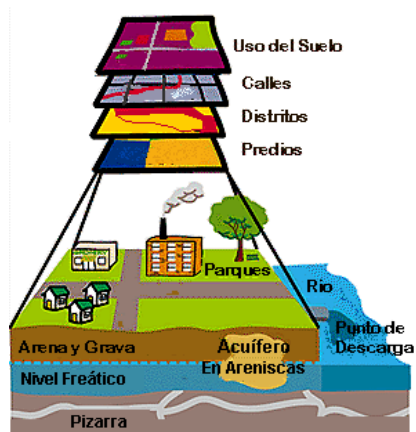


Figura 16. Organización de los datos espaciales por capas temáticas. ESRI.

En cuanto a la forma de abstracción y manejo con que las computadoras actuales trabajan estos datos, lo hacen a través de primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad se reduce a puntos, líneas o polígonos.

Asimismo, las relaciones espaciales que existen entre los objetos geográficos y que el sistema no puede obviar, se maneja a través de lo que se denomina topología y que en realidad se refiere al método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos.

Aunque a nivel geográfico las relaciones entre los objetos son muy complejas, la topología de un Sistema de información geográfica reduce sus funciones a cuestiones mucho más sencillas, como por ejemplo conocer el polígono (o polígonos) a que pertenece una determinada línea, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

No obstante que lo expresado en las líneas anteriores es lo que se realiza más comúnmente, existen diversos modelos de representación de los datos espaciales entre los cuales están los siguientes:

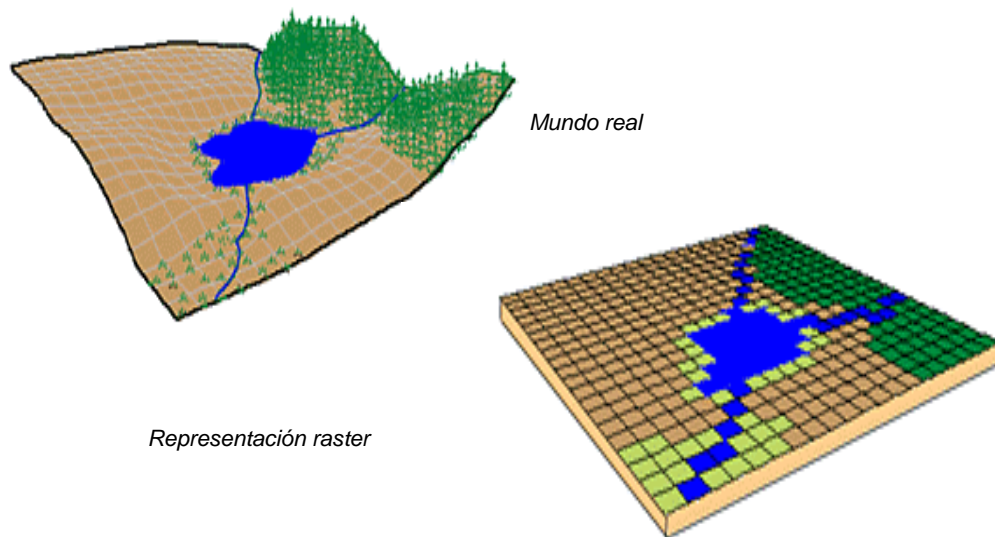
- Representación raster
- Representación vectorial
- Representación triangular
- Representación orientada a objetos.



Cabe señalar que no existe un modelo de datos que sea mejor a otro, sino que cada uno tiene una utilidad específica como se verá a continuación, e incluso actualmente se trabaja de manera combinada.

### *Representación raster*

La representación raster se genera a través de la abstracción del mundo real por medio de una malla formada de pequeñas celdas con propiedades particulares denominadas píxeles. Cada píxel a su vez se asocia con otros a manera de mosaico y entre ellos forman una imagen.



*Figura 17. Modelo de representación raster. ESRI.*

Un ejemplo de imagen raster es el de una fotografía, en donde cada punto de esa imagen (píxeles) tiene características propias y mediante su unión con otros puntos conforman la imagen.

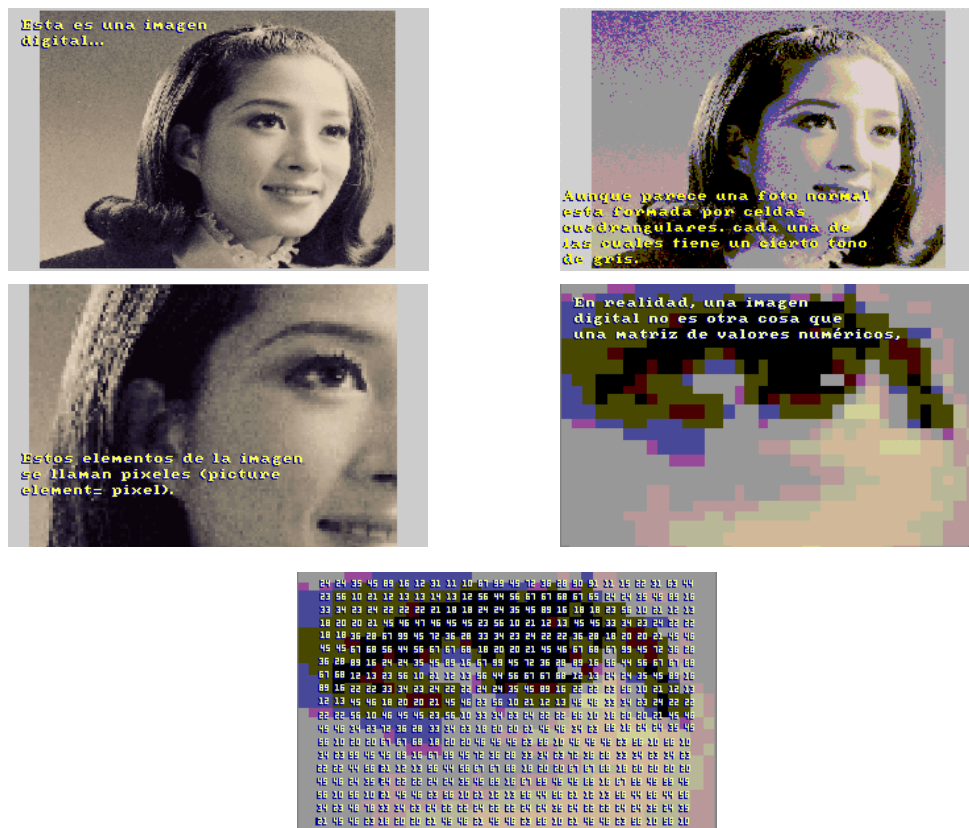


Figura 18. Ejemplo de imagen raster. INEGI.

Dentro de los Sistemas de información geográfica, los documentos raster que se utilizan son los concernientes a fotografías aéreas, fotomapas, espaciomapas, imágenes de radar e imágenes de satélite, entre otros.

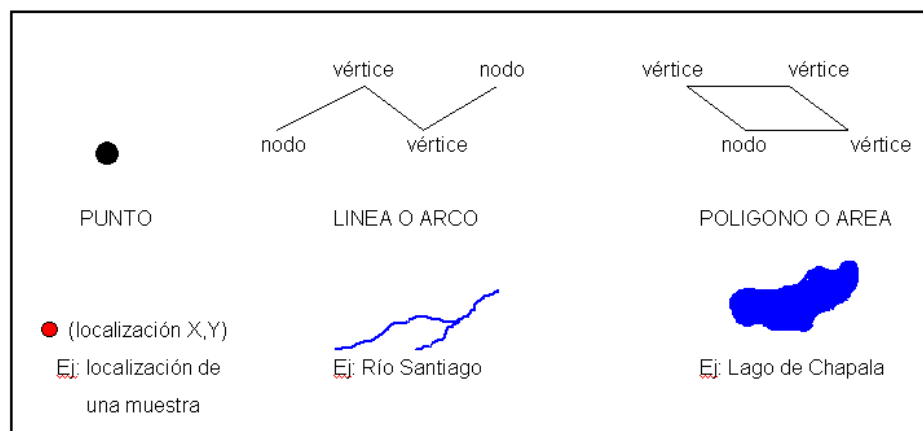
Para el acopio de los datos espaciales raster, la Teledetección o Percepción Remota (conocida en inglés como *Remote Sensing*) es la ciencia en la que se sustenta parte de éste conocimiento.

En cuanto al análisis espacial de los datos raster, este se hace a nivel de cada pixel a partir de sus propiedades particulares (área de cobertura registrada, colores), teniendo capacidad de llevar a cabo mediante métodos matemáticos apoyados en la computadora, reconocer patrones, localizar objetos o áreas, clasificarlos, hacer mediciones, agruparlos, transformarlos, identificar rasgos, medir distancias, georeferenciarlos a partir de puntos de referencia y hacer los ajustes geométricos requeridos, convertir a vectores algunos rasgos que sean de interés, entre otras funciones.

La importancia de trabajar con imágenes (datos raster) radica en que sirven de base para producir y actualizar mapas cartográficos de formas más ágiles; para efectuar mediciones cuantitativas de la superficie de la Tierra; crear inventarios de categorías o coberturas de la Tierra; medir condiciones o estados de un área específica; hacer el seguimiento de fenómenos meteorológicos; estudiar la Tierra o porciones de ella a través de datos recientes; entre otras.

### *Representación vectorial*

La representación vectorial utiliza las primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad puede ser reducida a puntos, líneas o polígonos.



*Figura 19. Primitivas de dibujo para representación de elementos geográficos*

De esta manera, la representación en el modelo vectorial del mismo ejemplo del mundo real, quedaría como lo ilustra la siguiente figura:

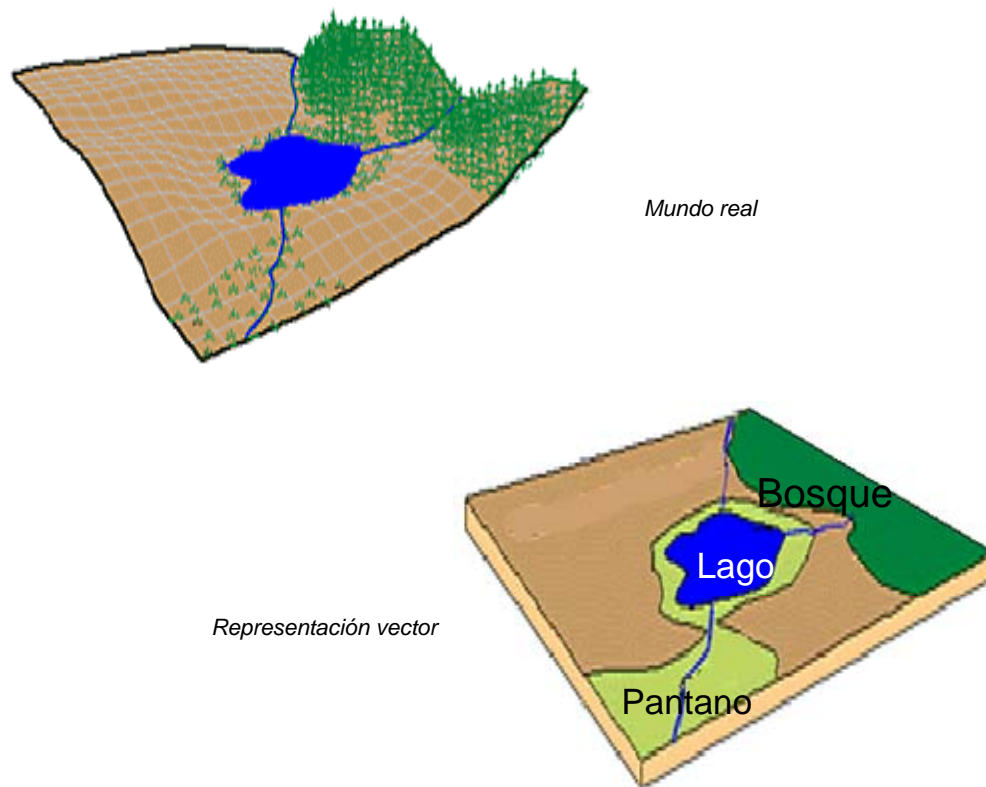


Figura 20. Modelo de representación vectorial. ESRI

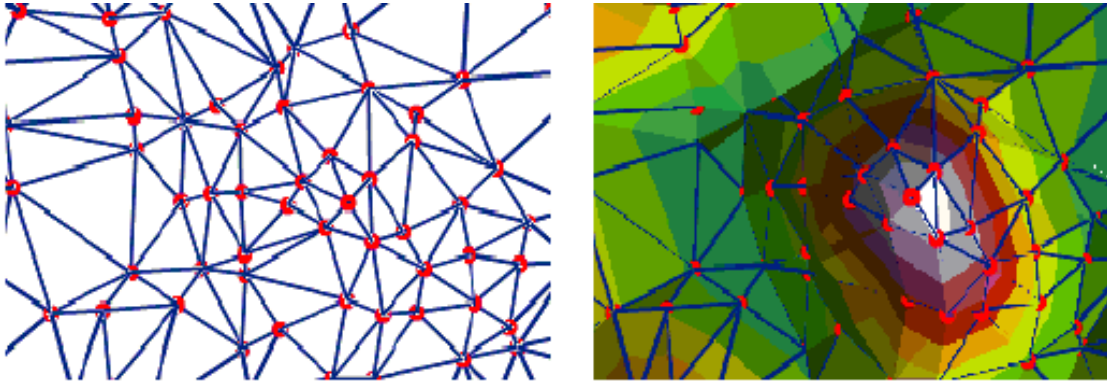
La importancia de los datos vectoriales radica en que es más sencillo relacionar los atributos que le correspondan al elemento geográfico que representa, a través de las relaciones entre estos y las tablas de atributos correspondientes.

### *Representación triangular*

La representación triangular se basa en una red de triángulos irregulares (TIN, del inglés *Triangular Irregular Network*) el cual es un modelo eficiente y preciso para representar superficies continuas.

Esta representación se construye a partir de un conjunto de puntos espaciales, siendo cada uno de sus puntos un vértice de al menos un triángulo de la red, de tal

manera que sus vértices son los puntos de la topografía y sus aristas son líneas de punto a punto con sus tres parámetros coordenados X,Y,Z. Un ejemplo del TIN es la siguiente representación gráfica:



*Figura 21. Modelo de representación triangular. ESRI (2006)*

La fidelidad de la representación de una superficie a partir de un conjunto de puntos como una red de triángulos irregulares se basa en la medida de la precisión y la densidad de puntos con que se hace la topografía.

En cuanto a los tipos de análisis que son posibles realizar a partir de este modelo de representación están los siguientes:

- Cálculo de elevación, pendiente, sentido de la pendiente para cualquier punto en la superficie
- Generación de curvas de nivel (interpolación)
- Determinar rangos de elevación
- Cálculo de estadística tales como volumen, pendiente media, área y perímetro
- Cálculo de volúmenes para proyectos viales (volumen excavado igual a volumen depositado)
- Análisis de visualización (áreas visibles desde que punto)

#### *Representación orientada a objetos*

Por último, el modelo de representación orientado a objetos es más reciente y consiste en ir definiendo cada uno de los elementos geográficos como objetos de la

realidad, describiendo sus propiedades, mismas que les permiten su agrupación en clases o subclases.

A la fecha este modelo es poco utilizado, no obstante, viendo las ventajas que ofrece de tratar cada uno de los elementos como se presentan en la realidad, se prevé su mayor utilización, incluso interactuando con los otros modelos descritos.

### **Datos tabulares o atributos**

Los atributos o características del elemento geográfico son los datos que lo describen. Así por ejemplo, los atributos de un parque podrían ser su nombre, áreas, horario de operación, cronograma de mantenimiento, servicios que ofrece, entre otros.

Los atributos de los elementos geográficos tradicionalmente se guardan en bases de datos, las cuales se conforman de datos organizados que tienen relación entre sí.

En cuanto a las Bases de datos geográficos, éstas son colecciones de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones de Sistemas de información geográfica y normalmente comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales<sup>130</sup>.

Ahora bien, existen diferentes modelos lógicos para describir los datos en los niveles conceptual y físico, distinguiéndose principalmente cuatro de ellos: el de malla o red, el jerárquico, el relacional y el orientado a objetos.

En el modelo de malla o red, los datos se representan mediante colecciones de registros y las relaciones se representan mediante enlaces, las cuales pueden verse como punteros. Los registros en la base de datos se organizan como colecciones de grafos arbitrarios<sup>131</sup>.

---

<sup>130</sup> Enviromental Systems Research Institute <http://www.esri.com>

<sup>131</sup> Korth. H.F. y Silberschatz, A. *Fundamentos de bases de datos*. McGraw-Hill. Madrid, 1995.

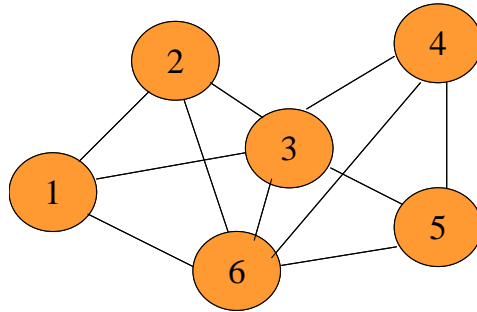


Figura 22. Modelo de bases de datos de malla o red

El modelo jerárquico es similar al modelo de red en el sentido de que los datos y las relaciones entre los datos se representan mediante registros y enlaces, respectivamente. Se diferencia del modelo de red en que los registros están organizados como colecciones de árboles en vez de grafos arbitrarios<sup>132</sup>.

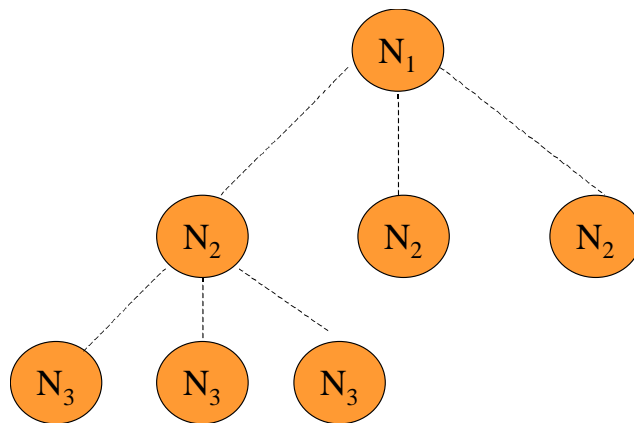


Figura 23. Modelo de bases de datos jerárquico

El modelo relacional es el modelo más utilizado en la actualidad para manejo de datos en una gran variedad de situaciones. En este modelo se representan los datos y las relaciones entre los datos mediante una colección de tablas, cada una de la cuales tiene un número de columnas con nombre únicos (campos) y renglones en donde se guardan los datos (registros), estableciéndose las relaciones entre las tablas a partir de campos comunes<sup>133</sup>.

<sup>132</sup> Ibid.  
<sup>133</sup> Ibid.

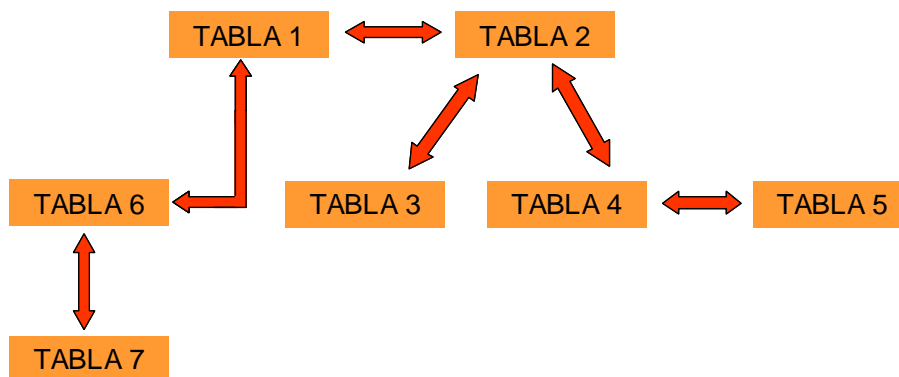


Figura 24. Modelo de bases de datos relacional

En cuanto al modelo orientado a objetos, este se basa en una colección de objetos. Dentro de un objeto se almacenan valores, en variables instancia, y contiene además partes de código que operan sobre él, llamadas métodos. Los objetos que contienen los mismos tipos de valores y los mismos métodos se agrupan en clases<sup>134</sup>.

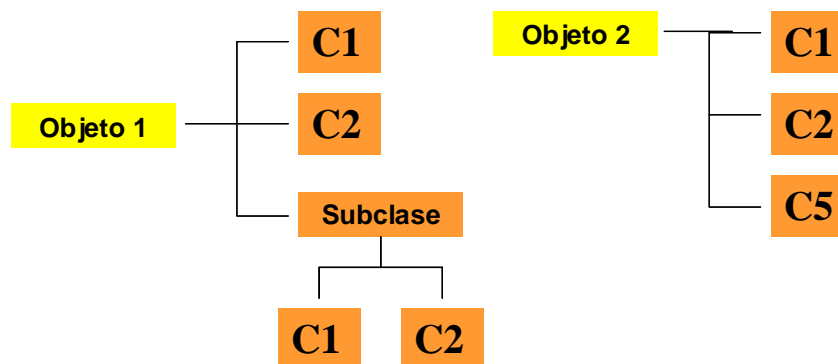


Figura 25. Modelo de bases de datos orientados a objetos

Buscando cerrar este apartado, se presenta a continuación un par de ejemplos de bases de datos geográficas del tipo relacional en los cuales es posible observar la forma en cómo se establecen las relaciones entre los elementos geográficos y sus atributos.

<sup>134</sup> Ibid.



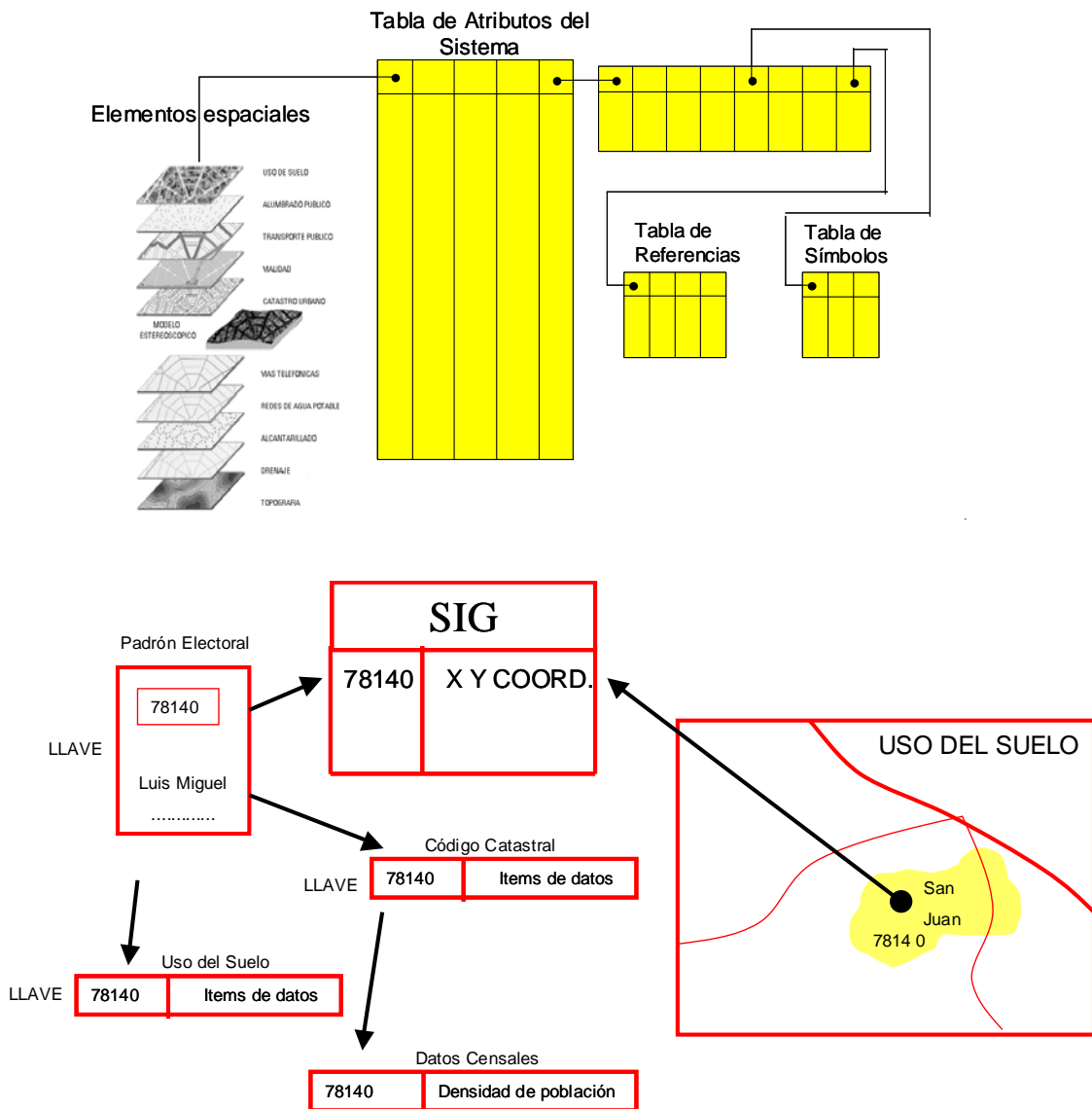


Figura 26. Ejemplo de una base de datos geográfica

### 3.5.4 Procedimientos

Dentro de los elementos de un Sistema de información geográfica, los procedimientos juegan un papel de mucha importancia, pues es su establecimiento y consecución la garantía para lograr los objetivos propuestos.

Así entonces, partimos de definir un proceso como una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados<sup>135</sup>.

Asimismo, un procedimiento se define como la forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso, buscando con ello que todos los elementos de una organización trabajen bajo una misma línea<sup>136</sup>.

Entre las características principales de los procedimientos están las siguientes:

- La definición de las actividades debe ser clara y precisa
- Una vez aplicado el procedimiento el resultado debe ser el mismo
- Para su aplicación el entrenamiento debe ser mínimo
- Deben ser de conocimiento general
- Debe llevarse a cabo lo que se defina por cada una de las partes involucradas

En un Sistema de información geográfica los procedimientos tratan sobre la forma en cómo se definirá el proyecto, cómo los datos serán adquiridos, ingresados al sistema, almacenados, manejados, transformados, analizados, y finalmente presentados en una salida final; de acuerdo con los recursos disponibles y las reglas propias de cada disciplina que interactúe, recordando que los equipos de trabajo de los Sistemas de información geográfica por su naturaleza son multidisciplinarios e interdisciplinarios.

Una metodología general para el desarrollo de un Sistema de información geográfica que se apoya muy estrechamente del ciclo de vida de los Sistemas de información, es la siguiente:

#### 1. Definición del problema o situación a estudiar

Dentro de esta primera etapa se considera llevar a cabo un análisis lo suficientemente completo que permita tener una idea general del problema o situación

---

<sup>135</sup> International Organization for Standardization (ISO). *Norma Internacional ISO 9001. Sistemas de Gestión de Calidad- Requisitos*. Cuarta edición. Versión 2008. Suiza.

<sup>136</sup> International Organization for Standardization (ISO). *Norma ISO 9000. Sistemas de Gestión de Calidad. Fundamentos y vocabulario de la familia de estándares 9000, versión 2000*.

a estudiar para la definición del proyecto y su viabilidad, debiendo para ello identificar de manera directa lo que se espera de este sistema, desarrollando para ello entrevistas y reuniones de trabajo con personal clave. Como producto de esta etapa se debe establecer del objetivo general del proyecto, los objetivos particulares, las metas (reales, claras, y comprobables), así como las estrategias para alcanzar las metas propuestas.

Cabe señalar que en ocasiones algunos proyectos de desarrollo de Sistemas de información geográfica son muy ambiciosos, debido principalmente a que una vez que el usuario visualiza todas las potencialidades de esta herramienta, empieza a imaginar a lo que se puede llegar, siendo conveniente recoger todas esas inquietudes y definir etapas para el desarrollo del proyecto, así como sus metas y objetivos desde un inicio.

## 2. Delimitación del proyecto

Debido a la naturaleza de los datos que se van a manejar en un Sistema de información geográfica, en esta segunda etapa se considera delimitar el proyecto, debiéndose hacer en tres aspectos principales: delimitación espacial, referida a la definición del área y extensión territorial a estudiar; delimitación temática, en cuanto a la definición del tema o tópicos a considerar; y la delimitación temporal, considerando si el análisis se hará de un solo momento, o en un periodo de tiempo, ya sea retrospectivo con datos históricos o prospectivo a manera de simulaciones.

Estas definiciones son muy importantes, pues es a partir de ellas es que se empezaran a definir los datos requeridos para su posterior incorporación al Sistema de información geográfica.

## 3. Determinación de los datos requeridos y su disponibilidad

En esta etapa es indispensable identificar los datos que deberán ser suministrados al sistema para poder llevar a cabo los análisis correspondientes y poder contestar los cuestionamientos que establezca el usuario, siendo imprescindible la relación con ellos.

Una manera de cómo se puede identificar la información requerida es a través del planteamiento de algunas preguntas, tanto personalmente como a los usuarios, entre las que están:

- ¿Qué datos geográficos se necesitan?
- ¿Qué atributos de esos datos geográficos son requeridos?
- ¿Cuál es la extensión geográfica del área de interés?
- ¿Cuál es el nivel de detalle geográfico que se requiere trabajar?
- ¿Se encuentran disponibles los datos considerados?
- ¿Se necesita actualización periódica de los datos? En caso de que así sea, ¿con qué periodicidad?
- ¿Qué preguntas se quiere responda el Sistema de información geográfica?
- ¿De qué fuentes pueden ser obtenidos los datos?
- ¿Planea llevar el proyecto por etapas? Si es así, entonces habrá que definir en qué etapas se requieren los datos
- ¿Cómo se requiere sean publicados los productos obtenidos?
- ¿Qué tipo de ambiente de cómputo se usará?
- ¿Cuántos usuarios concurrentes accederán a los datos, en cuantos sitios?

De las preguntas anteriores se desprenden una gran cantidad de incógnitas que en la medida en que sean resueltas se podrán definir tanto los datos requeridos como otros aspectos técnicos del sistema.

En cuanto a las fuentes de donde es posible obtener los datos, estas pueden ser muy variadas: bases de datos y documentos provistos por dependencias gubernamentales, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, observación directa, encuestas, entrevistas, Internet, entre otras. Asimismo, los datos requeridos pueden tener costo (muy común en el caso de mapas e imágenes de satélite), ser confidenciales o tener restricciones de derechos de uso, o no tener acceso a ellos, ya sea porque no existen como tal o porque no se proporcionan, requiriendo entonces establecer alguna estrategia para obtenerlos o limitarse exclusivamente a lo que es posible conseguir.

#### 4. Determinación del ambiente de cómputo en el que operará el Sistema de información geográfica

Como una de las preguntas mostradas anteriormente con todo propósito, en esta etapa se deberá definir cómo operara el sistema -local o en red- así como el software y hardware requerido, que en muchos de los casos es posible que ya se parta de algo que se tiene y dependiendo de los recursos y la dimensión del proyecto deberán fortalecerse.

Dado que el Sistema de información geográfica en realidad lo que hace es integrar un conjunto de datos y documentos de muy diversa índole, es muy importante considerar la capacidad del equipo en donde se tendrá el sistema así como el software con que funcionará.

Si el Sistema de información geográfica operará de manera local en una sola computadora, el equipo deberá contar con suficiente capacidad de procesamiento, además de memoria RAM suficiente y despliegue gráfico ágil, para soportar y ejecutar la aplicación y los programas con los que se trabaje. Adicionalmente, habrá que considerar la capacidad del disco duro de acuerdo con la cantidad de datos a manejar (debiendo considerar que la información gráfica como los archivos CAD e imágenes de satélite, así como el audio y sonido en el caso de Sistemas de información geográfica multimedia, ocupan una gran cantidad de espacio).

En el caso de que el Sistema de información geográfica opere en red, habrá que tomar en cuenta prácticas similares a las anteriores pero aumentadas, además de la conectividad correspondiente, dado que este equipo hará las funciones de servidor a varios usuarios simultáneamente, estando la definición de las características del equipo en base a la cantidad de usuarios a conectarse y el esquema de operatividad establecido.

En cuanto al software, es muy importante definir el sistema operativo a utilizar a partir de los programas de aplicación con los que se considere trabajar. Actualmente el sistema operativo Windows es el más utilizado a nivel mundial, no obstante muchos programas de aplicación del tipo de software libre se ejecutan sobre otros sistemas operativos como Linux.

Los programas de aplicación a utilizar pueden ser prácticamente de todas las categorías, ya que van desde documentos hechos en un procesador de texto, hojas de cálculo para apoyar la elaboración y manejo de bases de datos, editores de imágenes (para el tratamiento de datos raster como imágenes de satélite, fotografías aéreas, etc.), editores de dibujo (para el manejo de archivos vectoriales realizados en programas de Diseño Asistido por Computadora), manejadores de bases de datos, utilerías diversas (como compactadores de información, convertidores de tipos de archivos,...), etc. Asimismo, en relación con el software propiamente de los Sistemas de información geográfica, éste puede ser: comercial o puede desarrollarse, teniendo el primeros la ventaja de prácticamente comprarse y usarse, así como de contar con soporte técnico atrás de los productos, en tanto que los desarrollados son hechos acorde a las necesidades. Entre las desventajas están, que los comerciales son productos generales y sus costos de licenciamiento son altos, mientras que los desarrollos propios, su principal desventaja radica en el tiempo que hay que invertir en su desarrollo y que en ocasiones no se finalizan, además de su mantenimiento permanente.

## 5. Diseño y construcción de la base de datos

El diseño de bases de datos se fundamenta en la caracterización, organización y manejo de los datos con que trabajará en el Sistema de información, para garantizar su eficiente organización, simplificar su mantenimiento, agilizar el tiempo de respuesta frente a consultas complejas, eliminar la redundancia de datos y mantener volúmenes de archivos adecuados.

De acuerdo con Batini, Ceri y Navathe<sup>137</sup>, el diseño de las bases de datos consta de tres etapas de diseño: conceptual, lógico y físico.

### Diseño Conceptual

Parte de los requerimientos y su resultado es el esquema conceptual de la base de datos, es decir, una descripción de alto nivel de la estructura de la base de

---

<sup>137</sup> Batini, C.; Ceri, S. y Navathe, S.B. *Diseño Conceptual de Bases de Datos: Un enfoque de entidades-interrelaciones*. Addison-Wesley Iberoamericana / Ediciones Díaz de Santos. Wilmington, Delaware, E.UA. 1994.

datos, independiente del Sistema Manejador de la Base de Datos (SMBD) que se utilice para manipularla.

Los diagramas de datos más ampliamente usados para del diseño conceptual de base de datos son los modelos Entidad-Relación, el Lenguaje Unificado de Modelación (UML - *Unified Modeling Language*) y las Técnicas de Modelación de Objetos (OMT - *Object Modeling Techniques*).<sup>138</sup>

### Diseño Lógico

El Diseño Lógico parte del esquema conceptual y genera como resultado un esquema lógico, el cual describe la estructura de una base de datos que puede ser procesada por un Sistema Manejador de Bases de Datos.

### Diseño Físico

El Diseño Físico parte del esquema lógico y da como resultado un esquema denominado *físico*, el cual es una descripción de la base de datos tal y como será guardada en el disco duro, describiendo las estructuras de almacenamiento y los métodos usados para tener un acceso efectivo a los datos, adaptándose ahora si al Sistema Manejador de Bases de Datos a utilizarse.

Lo que se obtiene en esta etapa de diseño y construcción de las base de datos son las tablas que contendrán los datos descriptivos (atributos) y sus correspondientes relaciones, los cuales se relacionaran posteriormente con los datos geográficos. Sigue en este momento, una vez que ya se tiene la base de datos, empezar a poblarla mediante su captura o traspaso de datos.

Es importante recordar que dada la importancia que tienen los datos, su calidad, en términos de precisión, exactitud, confiabilidad y vigencia, deberá comprobarse, siendo conveniente implementar mecanismos de control mediante sistemas de validación que apoyen su estandarización<sup>139</sup>.

---

<sup>138</sup> Rigaux, P.; Scholl, M. & Voisard, A. *Spatial Databases with application to GIS*. Morgan Kaufmann/Elsevier. San Francisco, California, 2002.

## 6. Acopio e integración de datos geográficos

El acopio de datos geográficos se puede definir como el proceso de identificación, estandarización, colección y evaluación de los datos requeridos para satisfacer los objetivos propuestos en la definición del Sistema de información geográfica, siendo conveniente desarrollar algunas actividades previas a la integración de estos datos, tales como:

- Desarrollar un método apropiado para transformar los diferentes conjuntos de datos al esquema de geocodificación a desarrollar.
- Establecer una metodología que permita solucionar las inexactitudes cartográficas de la información.
- Diseñar un procedimiento de actualización que permita actualizar los datos de manera ágil.

En cuanto a los datos espaciales o geográficos a incorporar serán básicamente de los dos tipos que se han comentado: raster y vectoriales.

En cuanto a los datos raster, en caso de encontrarse en formatos análogos la forma en cómo normalmente se incorporan es mediante su escaneo y posterior procesamiento en cuanto ajuste de escala, geocodificación, tratamiento, realce, etc.

En el caso de datos raster en formato digital, lo que corresponde es iniciar por el reconocimiento del formato que tengan, su apertura (importación de formatos en algunos casos) y su tratamiento, es decir, ajustes de escala, geocodificación, tratamiento, realce, transformaciones a vector, entre otros.

Los datos vectoriales por su parte se trabajan de manera diferente. Con frecuencia los datos que se desea introducir al Sistema de información geográfica se encuentran en formato análogo, principalmente mapas, por lo tanto, se sugieren los siguientes pasos de preparación de los datos de entrada:

---

<sup>139</sup> Moldes, F.J. *Tecnología de los Sistemas de información Geográfica*. RA-MA. Madrid, 1995.



1. Verificación de la continuidad de los detalles de los mapas que cubren el área de estudio.
2. Ubicación de puntos de control sobre los mapas.
3. Plan de adquisición de datos: tareas y requerimientos de personal
4. Evaluación, verificación y validación de datos
5. Estandarización de datos
  - Mapas base
  - Unidades integrales del territorio o unidades de tierra
  - Verificación de formatos
6. Digitalización. La entrada de datos puede ser realizada en forma manual, semiautomatizada o automatizada.

La entrada manual o digitalización manual, implica que el usuario manipule un dispositivo de entrada, generalmente una tableta o mesa digitalizadora, debiendo sujetar el mapa a la tableta y con un cursor recorrer las líneas del mapa e ir ingresando los puntos y líneas (también llamadas polilíneas cuando son varias líneas unidas) presionando el botón correspondiente para irlos almacenando en la computadora, a razón de que la mesa digitalizadora tiene sensores que generalmente consisten en una malla densa de cables a través de los cuales se identifica la posición dentro del área de trabajo establecida. Asimismo, el programa de aplicación que se utiliza para esta acción recae en las herramientas de dibujo asistido por computadora o CAD por sus siglas en inglés.

En relación a los problemas que se presentan comúnmente en la digitalización manual están: la inestabilidad de los materiales, daños en los mapas análogos durante el proceso, errores de ingreso de datos debido a una doble captura, polígonos no cerrados, líneas que se pasan o no llegan a sus límites, entre otros.

## 7. Integración del Sistema de información geográfica

Una vez que se tienen los datos, tanto los geográficos como sus atributos, así como los requerimientos del Sistema de información geográfica, sigue la parte central del proceso que es la integración de todos estos elementos y establecer los métodos a seguir para el tratamiento de la información, además de diseñar las formas en que se presentarán los resultados. Todo ello a partir de los objetivos que se establezcan y las preguntas que quieren sean contestadas por el Sistema de información geográfica.

Para llevar a cabo esa integración existen dos posibilidades ya previamente señaladas: apoyarse en algún software cuya función sea esa unión, o desarrollar un software propio que cumpla con los requerimientos establecidos en etapas anteriores (de acuerdo con el ciclo de vida de los Sistemas de información, tocaría aquí el desarrollo y documentación del software).

Sea cual fuera la decisión, lo que sigue es posibilitar al Sistema de información geográfica para llevar a cabo los análisis de información requerida, dado que el análisis espacial y el modelamiento son las características principales que distinguen a estos Sistemas de información con respecto a otros tipos.

En cuanto al análisis, se puede definir como la capacidad de producir nueva información como resultado de operaciones efectuadas en la base de datos gráfica y alfanumérica<sup>140</sup>.

Una definición más reciente es la que hace Cristancho<sup>141</sup>, estableciendo que el análisis de Sistemas de información geográfica es el conjunto de herramientas y procedimientos que permiten la manipulación y análisis de datos espaciales con el fin de obtener como resultado la solución de preguntas ó llevar a cabo la solución de problemas complejos, y a través de ese análisis interpretar las variables, los procesos y los resultados.

El modelado, por su parte, se puede definir como el conjunto de procesos analíticos ordenados, que conduce a la solución de un problema. De esta manera, un modelo de Sistema de información geográfica puede emplear herramientas y secuencias de análisis diversas para representar una solución, dar un mejor entendimiento de un problema ó simplemente apoyar la toma de decisiones<sup>142</sup>.

Ahora bien, el análisis espacial se hace mediante el desarrollo de algoritmos y modelos que interactúan con la información geográfica y tabular, con posibilidades de llevar a cabo análisis muy diversos tales como: segmentación dinámica, selección

---

<sup>140</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *Conceptos básicos sobre Sistemas de información Geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*. IGAC. Santa Fe de Bogotá, 1995.

<sup>141</sup> Cristancho, J. A. *Conceptos Básicos de Análisis y Modelamiento*. Centro de Investigación en Percepción Remota - IGAC. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 2003.

<sup>142</sup> *Ibíd.*

espacial, análisis de vecindad, análisis de redes, superposición topológica (unión, intersección, fusión de polígonos adyacentes, extracción entre capas, álgebra de mapas, identidad), entre otros. Ejemplos de ello podrían ser los siguientes: si se está trabajando con datos cuantitativos -como las cantidades de vegetación por tipos en un área determinada-, se requiere un esquema de clasificación y decidir en cuantas clases se representara la información. Si lo que se requiere es encontrar que hay dentro de un área geográfica, se requieren entonces mediciones e ir separando o combinando diferentes capas de información. Si se quiere conocer la ruta de transporte más eficiente para una serie de destinos, entonces el análisis de redes será lo que habrá que desarrollar.

Una vez que se han desarrollado e implementado de forma automática o semiautomática (con participación del usuario) el o los análisis y modelamientos requeridos, lo que sigue es desarrollar y habilitar los medios a través de los cuales se mostraran los resultados. Algunas maneras de presentar los resultados de un Sistema de información geográfica, son:

- Sistemas de consulta electrónica. A través de una interfaz en la computadora se podrá hacer la consulta, ya sea a través de los elementos gráficos o por medio de la solicitud a la base de datos de atributos de manera textual. Actualmente los sistemas de este tipo pueden estar alojados localmente en una computadora, o pueden estar en red y ser consultados a través del web.
- Mapas impresos. Aun con todas las ventajas que ofrecen los sistemas de consulta electrónica y los mapas digitales, los mapas impresos siguen requiriéndose, por tal motivo una vez que se tiene configurado un mapa con los datos requeridos este puede ser impreso.
- Combinaciones de mapas con tablas y gráficos. Dado que se tiene toda la información requerida en el proyecto dentro del Sistema de información geográfica, una posibilidad actual es la de generar productos combinados (mapas, datos tabulares e imágenes), ya sea en formato digital o impreso.

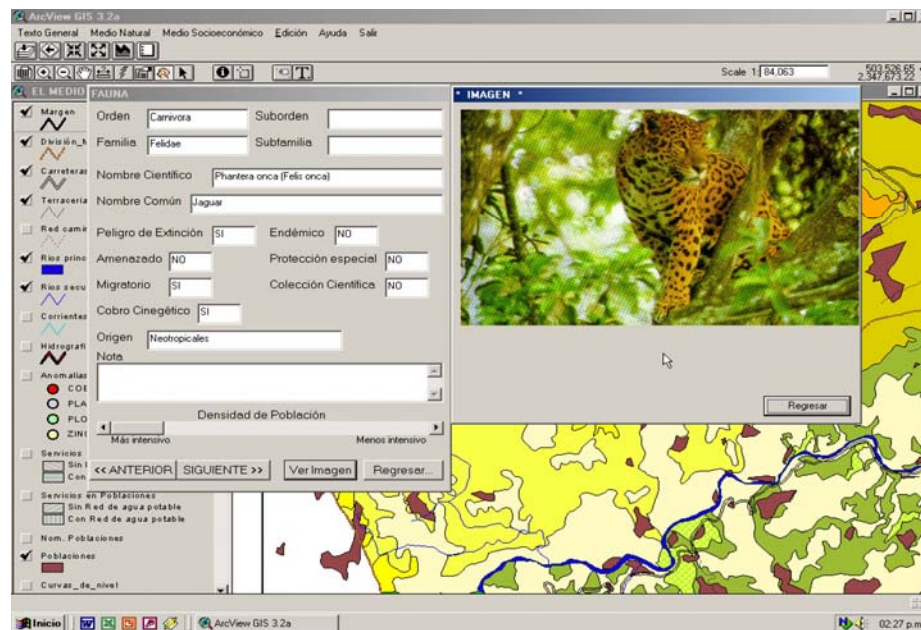


Figura 27. Ejemplo de un sistema de consulta electrónica de un Sistema de información geográfica

Finalmente, de acuerdo con el ciclo de vida de los Sistemas de información, seguirían las pruebas correspondientes y por último la implantación y evaluación del sistema.

### 3.5.5 Personas

Otro componente importante de los Sistemas de información geográfica son las personas que interactúan con él, ya sea en la etapa de diseño, de desarrollo, de implementación, o como usuarios finales de éste.

Aunada a la importancia del rol que tengan los involucrados en cada etapa de vida del sistema, cabe recordar que desde el momento en que se definió el concepto de *información* se ha tratado de dejar en claro que no hay información sin un receptor humano, pues es el humano quien transforma los datos en información. De aquí entonces es posible establecer que no existe un Sistema de información si no hay un ser humano que intervenga en el proceso de transformación de los datos en información.

En relación con la formación escolar de los participantes, en los Sistemas de información geográfica normalmente se requiere de un equipo interdisciplinario, cuya preparación no se limita al conocimiento de la tecnología, sino que cubra las diferentes áreas de análisis y campos de aplicación de que se trate el proyecto.

En cuanto a la clasificación de las personas participantes dentro de los Sistemas de información geográfica, hay dos principales:

La primera consiste en identificar simplemente a los usuarios si son internos o externos del sistema: los usuarios Internos son el equipo de trabajo que diseñan y gestionan el sistema y que son conocedores de los equipos y programas con fines de producción. En tanto, los usuarios externos son las personas u organizaciones que requieren de la información digital almacenada o producida por los Sistemas de información geográfica con el fin de aplicarla a su trabajo diario o al desarrollo de proyectos específicos.

La segunda clasificación se hace desde el punto de vista de un Sistema de información, conformándose por los usuarios, directivos y miembros de los grupos de desarrollo de los sistemas de información<sup>143</sup>. En cuanto a las personas que participan en el desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información dentro de la organización, estos se pueden clasificar en: propietarios del sistema, usuarios, diseñadores y desarrolladores.

En Sistemas de información multiusuario los propietarios pueden ser los directivos, ejecutivos o medios y en sistemas de información personales, el propietario puede ser al mismo tiempo el diseñador, el desarrollador y el usuario del sistema (quien toma la iniciativa de crear su propio sistema)

Los propietarios de sistemas son personas que pertenecen al cuerpo directivo de las organizaciones y pueden ser uno o varios, asimismo, son quienes patrocinan y promueven los Sistemas de información. Son los responsables de fijar el presupuesto y el plazo necesarios para desarrollar y mantener el Sistema de información, y deciden en último término la validez de éste.

---

<sup>143</sup> Whitten, J.L.; Bentley, L.D. & Barlow, V.M. *Análisis y Diseño de Sistemas de información*. Irwin. Madrid, 1996.

Los usuarios del Sistema son aquellas personas que utilizan el Sistema de información de una forma regular: capturan, validan, introducen y almacenan datos e información.

En cuanto a los usuarios, estos pueden subdividirse en las siguientes clases de acuerdo a sus niveles de responsabilidad:

- Empleados
- Supervisores
- Profesionales y Técnicos
- Jefes de Equipo y de Proyecto
- Directivos
- Diseñadores o analistas de Sistemas
- Programadores
- Usuarios

Finalmente, es importante señalar que el éxito del desarrollo, implementación y uso de un Sistema de información geográfica depende mucho de la estructuración del equipo de trabajo, la dirección, el liderazgo y la planeación que se realicen en torno al proyecto y dentro de las organizaciones involucradas.

A manera de cierre de este apartado, se puede decir que aun y cuando todos los elementos descritos han de cumplir con su cometido para que el sistema sea funcional, existen diferencias en cuanto a su importancia relativa. A lo largo del tiempo, el peso de cada uno de los elementos dentro de un proyecto de un Sistema de información geográfica ha ido cambiando, mostrando una clara tendencia: mientras los equipos informáticos condicionan cada vez menos los proyectos por el abaratamiento de la tecnología, los datos geográficos se hacen cada vez más necesarios y son los que consumen hoy en día la mayor parte de las inversiones en términos económicos y de tiempo.

### **3.6 Aplicaciones de los Sistemas de información geográfica**

Los Sistemas de información geográfica apoyan una gran cantidad de situaciones, siendo sus aplicaciones tan diversas como la imaginación lo permite. No obstante lo anterior, entre las aplicaciones más comunes se encuentran las siguientes:

### *Industria primaria y agricultura*

- Métodos de irrigación
- Desarrollo y manejo de tierras
- Conservación de suelos
- Manejo de recursos
- Inventarios forestales
- Industria maderera.

### *Estudios de población y asentamientos urbanos*

- Distribución de la población y sus características
- Estructura demográfica
- Migración
- Evolución de los asentamientos humanos

### *Administración del desarrollo urbano*

- Catastro urbano y rural
- Planeación del desarrollo urbano
- Urbanización
- Control de uso de suelo

### *Estudios de impacto ambiental*

- Afectación de aguas
- Impacto ambiental de las industrias
- Asentamientos humanos y medio ambiente
- Patrimonio forestal
- Control de flora y fauna

### *Estudios de mercado*

- Centros de consumo
- Rutas de abastecimiento
- Ingresos de zonas urbanas

- Ingresos de zonas rurales
- Demanda de servicios

### *Agroindustria*

- Identificación de productores
- Aplicación de fertilizantes
- Cuantificación de cultivos
- Determinación de tierras cultivables
- Tenencia de la tierra

### *Transporte*

- Planeación de sistemas de transporte
- Optimización de medios de transporte
- Estructuras de flujos (rutas)
- Seguimiento de unidades

### *Geohidrología*

- Densidad de redes fluviales
- Esguerrimientos fluviales
- Mantos acuíferos
- Humedad del suelo
- Abatimientos

### *Suelos*

- Erosión actual y potencial
- Salinidad
- Uso potencial de suelos
- Edafología



### *Infraestructura*

- Escuelas
- Centros de salud y hospitales
- Centros de producción y transmisión de energía eléctrica
- Abastecimiento de agua potable
- Servicios de emergencia
- Instalaciones culturales y deportivas

### *Administración de contingencias*

- Identificación de zonas de riesgo y su prevención
- Servicios de apoyo a la ciudadanía
- Cuantificación de daños
- Características sismológicas
- Zonas de inundación

### *Seguridad pública*

- Identificación de zonas de criminalidad
- Prevención de actos delictivos
- Planeación del combate a la criminalidad
- Identificación de servicios de protección a la población
- Atención de emergencias

### *Administración de recursos naturales*

- Yacimientos minerales (exploración y explotación)
- Geología (morfología, litología, estructural)
- Hidrocarburos (exploración, explotación, transporte)
- Flora y fauna
- Reservas ecológicas y áreas naturales protegidas
- Ríos, lagos, lagunas, humedales

Actualmente las tecnologías de los Sistemas de información geográfica tienen capacidades de mezclar rápida y fácilmente textos, gráficos, sonidos e imágenes en

movimiento, de esta manera los usuarios aprovechan al máximo las capacidades de las tecnologías de la información espacial, entrelazando con ellos las tecnologías aplicadas en los sensores remotos (GPS, GPRS), los sistemas expertos, la multimedia, la realidad virtual, la realidad aumentada, entre otras, posibilitando el desarrollo de aplicaciones y servicios en sistemas móviles (teléfonos celulares, pda's), navegación en 3 dimensiones, y constantemente aparecen nuevos servicios relacionados con la Información Geográfica, todos ellos con el fin último de proporcionar una mejor respuesta a las necesidades de los usuarios.

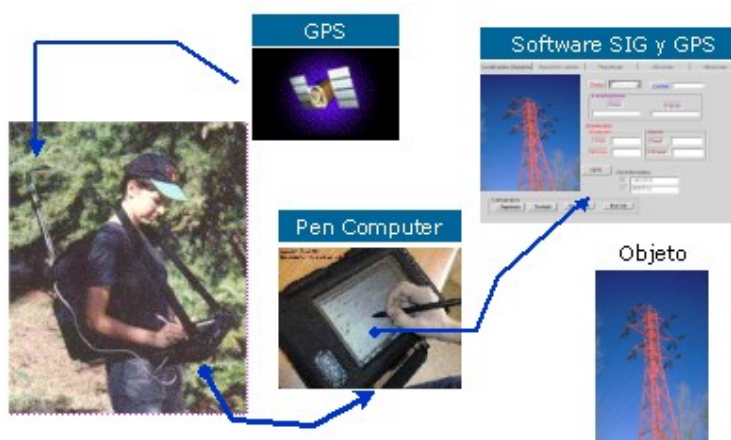


Figura 28. Integración de las tecnologías de los Sistemas de información geográfica.

Asimismo, es de resaltar el uso y la orientación que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) está dando a las tecnologías espaciales para atender los problemas globales y alcanzar los objetivos de desarrollo deseado de manera integral, teniendo como ejemplos: la protección del medio ambiente de la Tierra y la gestión de sus recursos; el desarrollo de aplicaciones espaciales en pro de la seguridad, el desarrollo y el bienestar de la humanidad; entre otros<sup>144</sup>.

### 3.7 Infraestructuras de Datos Espaciales

El término *Infraestructuras de Datos Espaciales* (IDE) suele utilizarse para denotar el conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a información espacial. De esta manera, las Infraestructuras de Datos Espaciales proporcionan una base para la

<sup>144</sup> Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre (OOSA). *Soluciones Espaciales a los problemas del mundo*. V.06-57192. Austria, 2006. Disponible en: <http://www.uncosa.unvienna.org/pdf/reports/IAM2006S.pdf> [Consulta: 20-08-2012].

búsqueda, evaluación y explotación de la información espacial para usuarios y proveedores de todos los niveles de la administración, sector comercial, organizaciones sin fines de lucro, sector académico y ciudadanos en general.

La palabra infraestructura es utilizada con el objeto de enfatizar el concepto de entornos solventes y mantenidos, de modo análogo a como ocurre con las carreteras o las redes de telecomunicaciones. En este caso, se trata de facilitar el acceso a información con connotaciones geográficas haciendo uso de un mínimo conjunto de estándares, protocolos y especificaciones. Asimismo, al igual que ocurre con las carreteras o redes de comunicaciones, las Infraestructuras de Datos Espaciales facilitan los medios de transporte para el tráfico de un virtualmente ilimitado número de paquetes de información geográfica.

Técnicamente, una Infraestructuras de Datos Espaciales es mucho más que un simple conjunto de datos o base de datos; en ella se alojan datos y atributos geográficos, suficientemente documentados (metadatos), un medio para su búsqueda, visualización y evaluación (catálogos y servidores de mapas) y diversos métodos para posibilitar el acceso a los datos, así como todo un conjunto de servicios y software para soportar la explotación de los datos.

Para poder hacer una Infraestructura de Datos Espaciales operacional, es necesario incluir acuerdos entre organizaciones con el objeto de posibilitar su coordinación y administración a escalas locales, regionales, nacionales y trans-nacionales.

En la actualidad se están viviendo importantes cambios en el escenario del acopio y producción de datos espaciales gracias a los avances tecnológicos en informática y telecomunicaciones, que por un lado, han mejorado y continúan permanentemente mejorando la capacidad de cálculo, almacenamiento y representación de información y, por otro, están permitiendo que esa información transite con fluidez entre los usuarios, lo cual multiplica a los potenciales usuarios.

No obstante lo anterior, hay aun grandes retos por trabajar, tales como: los datos suelen estar dispersos por las redes y son difíciles de encontrar; hay dificultades para contactar con los productores de los datos; en muchos casos los productores no tiene bien documentados los datos o desconoce algunos de los pormenores de los datos que posee; e incluso pueden ser datos desfasados o incompletos. También es

frecuente encontrar problemas de actitud: secretismo o desconfianza para dar a conocer o compartir los datos, poca experiencia o predisposición para actuar en equipo, y trabas administrativas o precios prohibitivos para la adquisición de esos datos.

### **Definición y objetivos de una Infraestructura de Datos Espaciales**

La definición clásica de una Infraestructura de Datos Espaciales es básicamente tecnológica, ya que se presenta como una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos (catálogos y cartografía en red) y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales. No obstante lo anterior, en su definición también se consideran los aspectos organizativos, los cuales hacen referencia al conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial.

De acuerdo a lo anterior, una Infraestructura de Datos Espaciales puede implementarse en una empresa, un centro de investigación, un organismo oficial, como ayuda para la gestión de su propia información espacial, y también puede implantarse como servicio público creado ex-profeso o enlazando otras similares.

Los objetivos son claros y ambiciosos: facilitar el acceso y la integración de la información espacial, tanto a nivel institucional y empresarial como de los propios ciudadanos, lo que permitirá extender el conocimiento y el uso de la información geográfica y la optimización de la toma de decisiones; promover los metadatos estandarizados como método para documentar la información espacial, posibilitando con ello la reducción de costos y evitar la duplicación de esfuerzos, así como animar a la cooperación entre los agentes, favoreciendo un clima de confianza para el intercambio de datos.

Para lograr los objetivos, las iniciativas deben ser firmes y consensuadas, lo cual requiere de cuatro componentes esenciales: el marco institucional que permita la creación y el mantenimiento eficaz de la Infraestructura de Datos Espaciales; políticas de datos que promuevan la creación y accesibilidad a datos de referencia esenciales; la tecnología necesaria para el funcionamiento del sistema; y los estándares

correspondientes para que la información pueda ser compartida por los diferentes agentes.

### **Marco institucional**

Las administraciones deben actuar como proveedores de servicios de consulta, visualización y acceso, llamados geoportales:

- Deben hacerse cargo del registro de los proveedores de información para hacerlos públicos.
- Deben ocuparse de los datos de referencia básicos
- Deben estimular la generación de datos temáticos prioritarios y establecer la accesibilidad a los datos espaciales.

### **Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)<sup>145</sup>**

En el caso de España, la *Infraestructura de Datos Espaciales de España* (IDEE)<sup>146</sup> actúa como nodo nacional de la *Infraestructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE)<sup>147</sup> y contiene el registro de proveedores de datos y servicios a nivel español, además de participar en los grupos de trabajo que elaboran las directivas europeas y el desarrollo técnico europeo.

Por otro lado, la Infraestructura de Datos Espaciales de España promueve y coordinar la puesta en marcha de las Infraestructuras de Datos Espaciales autonómicas, como en el caso de la *Infraestructura de Dades Espais de Catalunya*

---

<sup>145</sup> Se ha seleccionado el caso de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) debido a que ésta es una de las principales experiencias consideradas para contrastar en este trabajo, no obstante, otros ejemplos de buenas prácticas pueden ser encontrados entre otros trabajos.

<sup>146</sup> Portal de la Infraestructura de Datos de España. Disponible en: <http://www.idee.es> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>147</sup> Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Europea / Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Disponible en: <http://www.inspire-geoportal.eu/> [Consulta: 18-08-2012]

(IDEC)<sup>148</sup>, que actúa como registro de los proveedores de datos y servicios a su nivel y que participa en los acuerdos e iniciativas que promueve la Infraestructura de Datos Espaciales de España como entidad central.

Existe también una iniciativa de una Infraestructura de Datos Espaciales a nivel mundial auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la *Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI)*<sup>149</sup> y en el otro extremo, también es posible que una Diputación provincial, un consejo comarcal o un municipio pongan en marcha su propia IDE. Asimismo, existe la posibilidad de crear Infraestructuras de Datos Espaciales temáticas por parte de grupos de interés, una institución representativa o similar, que englobe los datos espaciales de un sector concreto de actividad o conocimiento, siendo conveniente que éstas se registren en la Infraestructura de Datos Espaciales correspondiente a su ámbito territorial de actuación.

De esta manera es posible ejemplificar los avances que se tienen a la fecha y que se han apuntalado a través de los proyectos señalados: a nivel europeo INSPIRE engloba a un grupo de expertos con el objetivo de desarrollar información y datos geográficos de alta calidad y fácilmente disponibles para formular, implementar, controlar y evaluar las políticas comunitarias y acceder a la información ambiental a nivel local, regional, nacional e internacional.

Se trata de una iniciativa surgida a partir del debate sobre datos geográficos en el seno de la comunidad medio ambiental, que se percató de la existencia de múltiples inconvenientes en los datos de referencia, demasiado heterogéneos, algunos inexistentes, y poco accesibles, lo que impedía formular políticas coherentes en los datos temáticos derivados. Actualmente INSPIRE está en pleno desarrollo, después de un periodo de discusión sobre las estrategias a seguir. Fruto de ese periodo y elemento inspirador del esquema propuesto para las Infraestructuras de Datos Espaciales nacionales, son los seis principios INSPIRE:

---

<sup>148</sup> Portal de la Infraestructura de Datos de Cataluña. Disponible en: <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>149</sup> Portal de la Asociación de la Infraestructura de Datos Globales / *Global Spatial Data Infrastructure Association*. Disponible en: <http://www.gsdi.org/> [Consulta: 18-08-2012]

- Los datos debieran ser recogidos y mantenidos al nivel territorial donde ello se pueda hacer de forma más efectiva.
- Debiera ser posible combinar información espacial de diferentes fuentes de Europa y compartirla entre diferentes usuarios y aplicaciones.
- Debiera ser posible que la información recogida a un nivel determinado fuera compartida entre todos los diferentes niveles.
- La información geográfica necesaria para el buen gobierno a todos los niveles debiera ser abundante y accesible bajo condiciones que no restrinjan su uso extensivo.
- Debiera ser fácil saber cuál es la información geográfica accesible, cuál es la que cubre las necesidades para un uso particular y bajo qué condiciones debe ser adquirida y usada.
- Los datos geográficos debieran poder ser fácilmente entendibles e interpretables al poder ser visualizados dentro de un contexto apropiado y seleccionada de una forma amigable para el usuario.

En España, la Infraestructura de Datos Espaciales de España se está desarrollando desde la Comisión de Geomática del Consejo Superior Geográfico, órgano superior, colegiado y consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía, que depende a su vez del Ministerio de Fomento.

En su seno se creó en noviembre de 2002 un Grupo de Trabajo para la definición de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, subdividido a su vez en cuatro subgrupos de trabajo: Datos de referencia (SGT1), Metadatos (SGT2), Arquitectura y normas (SGT3) y Política de datos, precios y licencias (SGT4), en los cuales participan representantes de todas las comunidades autónomas y expertos. Recientemente se ha decidido invitar también a las empresas de desarrollo de software relacionado. Del Grupo de Trabajo emanan recomendaciones, acuerdos y propuestas tendentes a la participación en INSPIRE y a la aplicación de sus directivas (más adelante se hará referencia a varias determinaciones y propuestas de estos grupos de trabajo).

En Cataluña, en 2002 se concretó la *Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña* como una iniciativa conjunta entre el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) y el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). De entre los citados es el que está más desarrollado: ha creado herramientas para la captura de metadatos, ha promovido esa captura y ha puesto en marcha un geoportal, donde se puede visualizar una parte de la información geográfica a través de la especificación de Servicios de Mapas a través de la Web (WMS - *Web Map Service*) y provee de otros servicios de interés, como pueden ser unas páginas amarillas y un *market place*, además de proporcionar una extensa información técnica y organizar eventos para darlos a conocer.

## **Políticas**

Para que una Infraestructura de Datos Espaciales pública pueda funcionar, es necesario que la Administración se comprometa a proporcionar los recursos adecuados para su puesta en marcha y mantenimiento, incentivar la producción y recogida de metadatos y asegurar la igualdad de presencia y la transparencia de acceso.

Dado que es necesario que todos los agentes implicados usen unas referencias comunes de forma que se puedan manipular los datos sin ambigüedad, son necesarias unas políticas concretas para asegurar la existencia de datos de referencia. Una operación tan sencilla como la de superponer dos capas de información exige que ambas estén referidas un mismo sistema geodésico y utilicen la misma proyección.

Si además se quiere hacer comprensible la información, es de interés que aparezca información topográfica que ayude al usuario a ubicarse: núcleos de población, carreteras, hidrografía, toponimia, etc. Como ejemplo de lo anterior, INSPIRE ha decidido impulsar la generación y mantenimiento de algunos datos de referencia imprescindibles y recomendar lo mismo para algunos datos temáticos que se consideran fundamentales.



### 3.8 Sistemas de información geográfica en Web

La forma en cómo ha sido posible hacer operacional y accesible a los usuarios finales los servicios provistos por las Infraestructura de Datos Espaciales, ha sido a través de los denominados geoportales y de los sistemas o servicios de información geográfica apoyados en la web.

De acuerdo con Peng y Tsou<sup>150</sup>, cuando se habla de Sistemas de información geográfica en web se hace referencia a diferentes conceptos relacionados, entre los que se encuentran: los Sistemas de información geográfica distribuidos, los Sistemas de información geográfica sobre internet, los Sistemas de información geográfica móviles, los Servicios de Información geográfica basada en la red y otras que se enmarcan dentro de las tecnologías y aplicaciones disponibles a través de internet.

En cuanto a los *Sistemas de información geográfica distribuidos*, hace referencia a la arquitectura sobre la cual trabaja, es decir, tanto el software como los datos están distribuidos en diferentes equipos localizados en distintos lugares y su comunicación y acceso se hace a través del internet.

El modelo que adopta este esquema es el de tres capas, que forma parte del modelo de arquitectura computacional cliente/servidor n-capas y los componentes que lo conforman son cuatro: el cliente, el servidor web o servidor de aplicaciones, el servidor de mapas y el servidor de datos, tal y como se muestra en la siguiente imagen (figura 29):



Figura 29. Sistema de información geográfica distribuido simple. Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.218.

Los *Sistemas de información geográfica sobre internet* y los *Sistemas de información geográfica móviles*, hacen referencia a diferentes elementos relacionados con las redes: Internet a través de cables y el inalámbrico, así como de las

<sup>150</sup> Peng, Z. R. & Tsou, M. H.. *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. John Wiley and Sons, Inc. New Jersey, 2003.

posibilidades de acceder a estos sistemas a través de interfaces web vía dispositivos móviles, como asistentes digitales personales (PDA) o teléfonos celulares.

A diferencia de los anteriores, los *Servicios de Información geográfica basada en la red* se refieren en sí a la diversidad de servicios que pueden ser provistos por los *Sistemas de información geográfica sobre internet*, tales como servicios de información de viajes, ambientales, entre otros.

En relación con las arquitecturas de los esquemas básicos de los Sistemas de información geográfica en web, se tienen las siguientes:

1. Arquitectura de publicación de mapas estáticos. Se basa en el modelo n-capas y básicamente consiste de tres componentes principales: el cliente web, el servidor web y los servidores de aplicaciones, los cuales a su vez hacen referencia a los servidores de mapas, a los servidores manejadores de bases de datos y a los servidores de aplicaciones, tal y como se presenta en la siguiente imagen (figura 30):

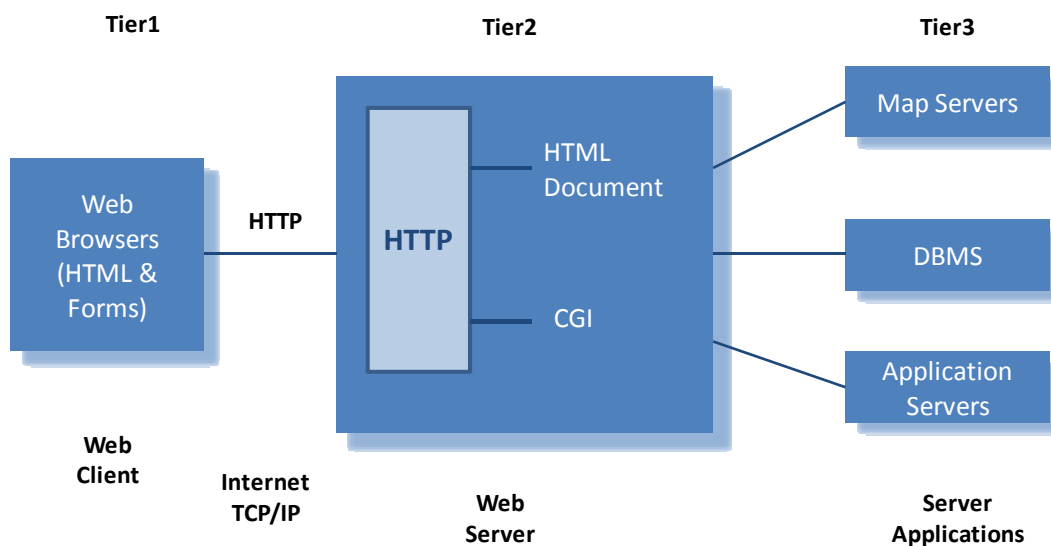


Figura 30. Arquitectura de publicación de mapas estáticos. Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.168

2. Arquitectura de Sistemas de información geográfica distribuidos. Ésta se basa en la definición de los *Sistemas distribuidos*, la cual hace referencia a un conjunto de sistemas computacionales separados físicamente, pero conectados entre sí, a través de una red de comunicaciones distribuida, en la que cada sistema posee

sus propios componentes de hardware, software y datos, pero que el usuario final lo percibe como un solo sistema<sup>151</sup>.

De esta manera, el usuario accede a los recursos a través de llamadas a procedimientos remotos (RPC por sus siglas en inglés: *Remote Procedure Call*), pareciendo para él una forma de operación muy semejante a como accede a recursos locales.

Los modelos de este tipo de arquitectura, se presentan a continuación:

#### *Modelo básico de Sistemas de información geográfica basados en internet*

Los Sistemas de información geográfica basados en internet tienen cuatro componentes principales:

- Los *clientes*, quienes son los usuarios que interactúan con los diferentes programas del Sistema de información geográfica.
- El *servidor web* que recibe los requerimientos de los clientes e invoca al *servidor de aplicaciones*, el cual a su vez se encarga de gestionar las transacciones, así como de la seguridad y del balanceo de cargas.
- El *servidor de mapas* quien procesa los requerimientos de los clientes y genera los resultados.
- El *servidor de datos* que suministra datos geospaciales y no espaciales, además de proveer el acceso y la administración de éstos a través del Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL).

---

<sup>151</sup> Tanenbaum, A. S. y Van Steen, M. *Sistemas Distribuidos, Principios y Paradigmas*. Pearson Education. México, 2008.

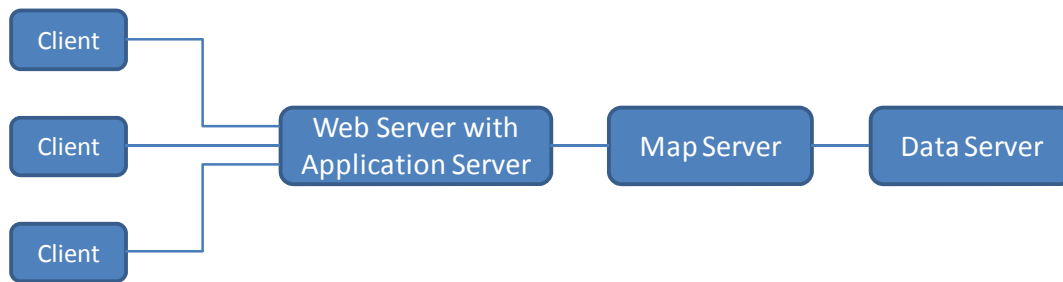


Figura 31. Componentes básicos de un Sistema de información geográfica en internet. Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.20

Bajo este esquema sólo se cuenta con un servidor de mapas y un servidor de datos, dentro de los cuales están almacenados todos los componentes del servicio, así como los objetos de datos, respectivamente (figura 31).

En un sistema de un solo servidor, como es el caso de este modelo, no es posible dar respuesta a una carga pesada de múltiples requerimientos por parte de los clientes (*hits*). Asimismo, se tiene una baja tolerancia a errores y cuando uno de los servidores falla, el sistema completo lo recibe.

Para incrementar la escalabilidad y la tolerancia a fallas, es posible configurar un sistema con múltiples servidores, tal y como se muestra en la siguiente imagen (figura 32):

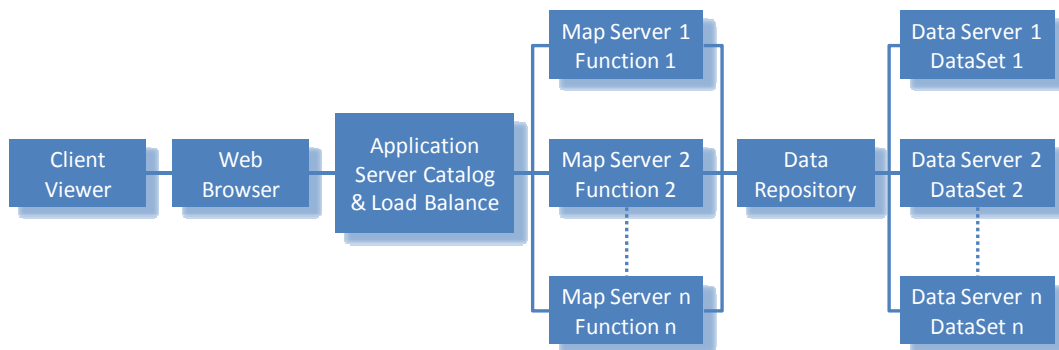


Figura 32. Servidor de mapas y de datos distribuidos. Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.219

El contar con múltiples servidores permite dar el servicio aún y cuando uno de ellos falle. Asimismo, es posible agregar servidores de mapas o de datos de acuerdo como la demanda de servicios lo requiera.

En cuanto a los componentes de este modelo, uno más que se requiere añadir cuando se tienen múltiples servidores se refiere al de *Repositorio de Datos* el cual provee los servicios de catálogo y tiene entre sus funciones principales el balanceo de cargas.

El servicio de catálogo permite dirigir las funciones que provee cada uno de los servidores de mapas, en tanto que, el servicio de balanceo de cargas se utiliza para la asignación de tareas a cada uno de los servidores de mapas, en base a las condiciones de trabajo de cada uno de ellos en un tiempo o periodo específico. De esta manera, los Repositorios de Datos pueden localizar y filtrar los conjuntos de datos requeridos desde los servidores de datos apropiados.

En lo que se refiere a los modelos lógicos a través de los cuales los Sistemas de información geográfica distribuidos se construyen, uno de los que mejor describen sus componentes, funciones y relaciones es el propuesto por el *Open Geospatial Consortium* (OGC).

La idea general detrás de esta arquitectura genérica es que los usuarios puedan buscar, recuperar, interactuar y manipular información geoespacial almacenada en ambientes distribuidos, usando sistemas de mapeo interoperable<sup>152</sup>.

De esta manera, los usuarios interactúan con visualizadores y editores a través de los cuales pueden hacer las siguientes cuatro acciones: buscar información, invocar operadores para conducir análisis de datos, recuperar y editar datos, o construir relaciones entre objetos (figura 33).

---

<sup>152</sup> Peng, Z. R. & Tsou, M. H.. *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. John Wiley and Sons, Inc. New Jersey, 2003. pp.216-2119

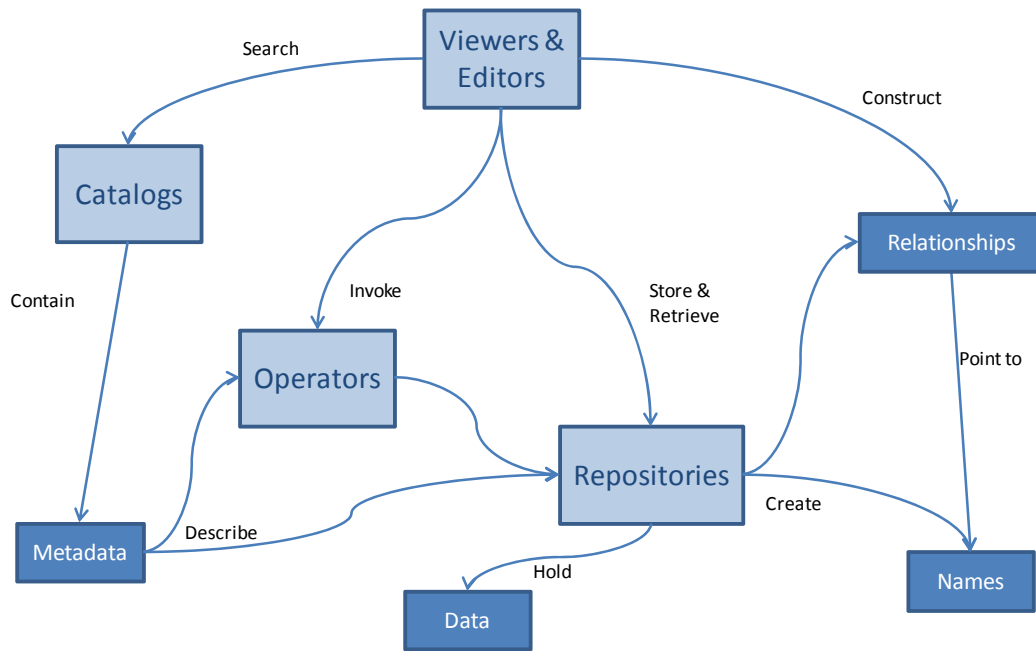


Figura 33. Objetos genéricos de gestión de información espacial. Open Geospatial Consortium (OGC, 2001). En: Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.216

**Búsqueda de datos.** Cuando un usuario requiere información geoespacial, lo puede hacer es buscarlo a través de un catálogo que contiene metadatos. Los metadatos direccionaran la búsqueda a un repositorio de datos, el cual a su vez lo ligará a recursos específicos de datos.

**Operadores.** El usuario puede invocar operaciones directamente desde el visualizador del cliente o el editor, incluyendo representación de mapas, análisis espaciales, procesamiento de imágenes, transformación de coordenadas, entre otras operaciones,

**Edición y administración de datos.** A través del editor del cliente, los usuarios pueden recuperar los datos y metadatos de los repositorios, editar los datos y almacenar la información actualizada, así como crear y editar los metadatos. Adicionalmente, es posible la creación de nombres (como identificadores) en un *namespace* (repositorio) para identificar los datos específicos o los operadores, o crear relaciones que apunten a nombres específicos de datos o de operadores.

**Construcción de relaciones entre objetos.** La cuarta posibilidad propuesta en ésta arquitectura es la creación de relaciones que apunten a nombres de datos y

operadores en los repositorios. Por ejemplo: un usuario puede construir una hiperliga que vincule dos nombres de elementos en una misma página HTML.

Los servicios anteriormente descritos se muestran en la siguiente imagen (figura 34), de acuerdo a la especificación señalada del *Open Geospatial Consortium*.

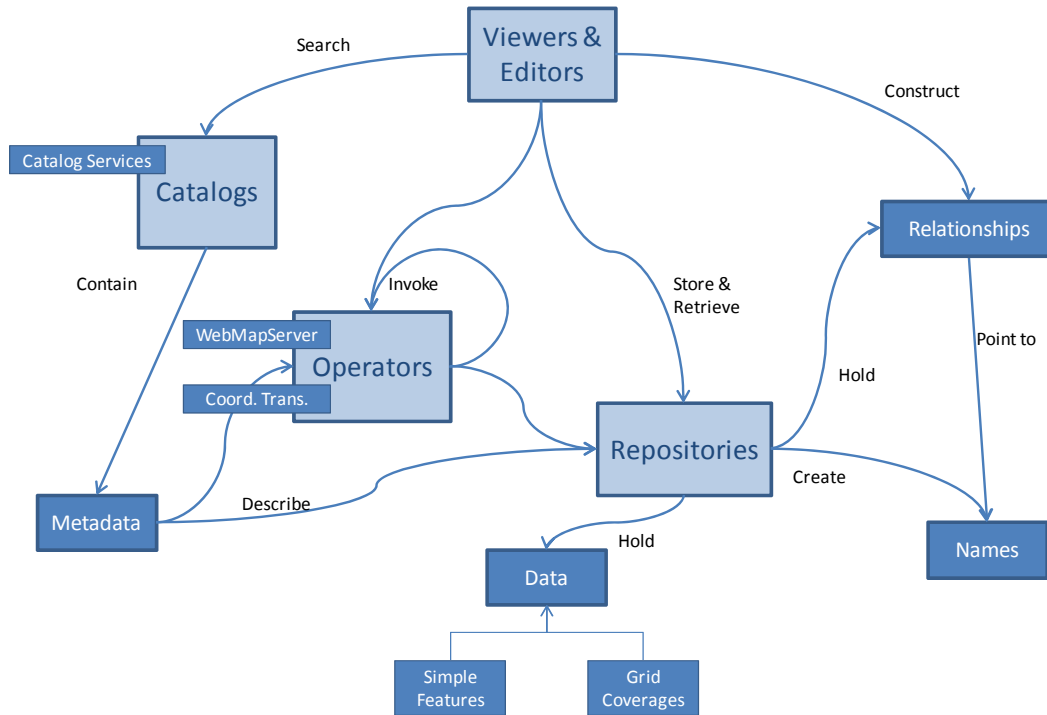


Figura 34. Especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC, 2001).  
En: Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.217

En cuanto al análisis para la integración de los conceptos principales de las tecnologías de información involucradas en vista a estandarizar la información geográfica, el estándar ISO 19101 (E) propone lo siguiente:

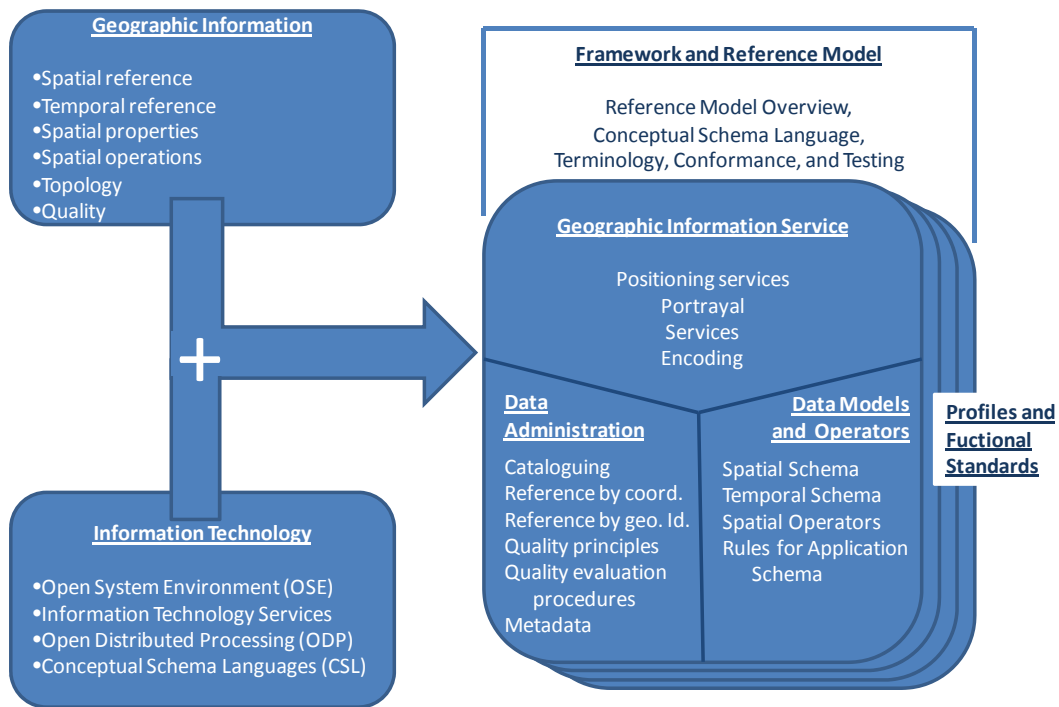


Figura 35. Integración de la información geográfica (IG) y las tecnologías de información (TI) en el estándar ISO 19101: 2002 (E). En: Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.268.

En relación con este esquema de trabajo (Información geográfica + Tecnologías de la Información) mostrado en la figura 35 y del modelo de referencia propuesto por la *International Organization for Standardization (ISO)* en vista a la estandarización de los servicios de información geográfica (mostrado en la figura 36), se puede señalar lo siguiente:

1. Entre ambos es posible identificar como empatan los componentes. Asimismo, el modelo de referencia provee una base común para el intercambio de datos y comunicación.
2. Los Servicios de Información geográfica definen la codificación de información en formatos de transferencia y la metodología de presentación cartográfica de la información geográfica. Estos servicios también incluyen al posicionamiento satelital y a los sistemas de navegación.
3. La administración de los datos se enfoca a la descripción y principios de calidad y de los procedimientos para la evaluación de la calidad de la



información geográfica. Asimismo, se incluye la descripción de metadatos, conjuntamente con los elementos catalogados.

4. Los modelos de datos y operadores son considerados subyacentes a la geometría del globo terráqueo y de cómo la geografía y los objetos espaciales pueden ser modelados (como puntos, líneas, superficies y volúmenes).
5. Perfiles y estándares funcionales. Considera las técnicas para integrar paquetes o subconjuntos del total de estándares para ajustarlos a situaciones individuales, aplicaciones, áreas o usuarios.

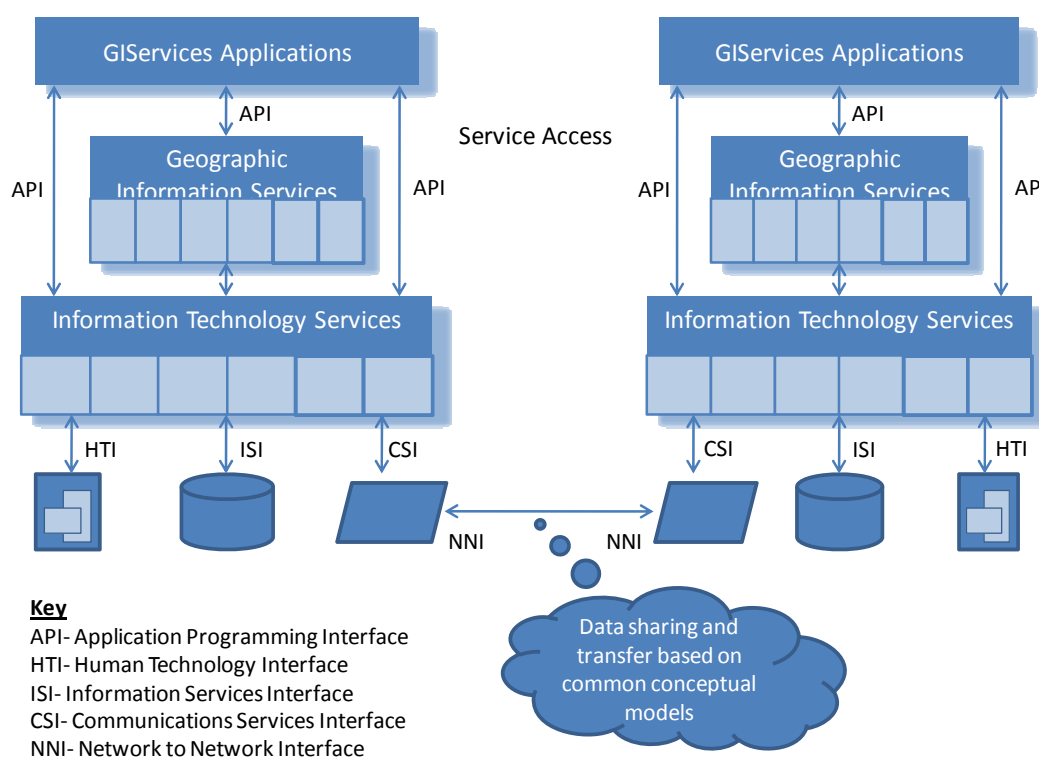


Figura 36. Modelo de referencia de la arquitectura ISO. ISO 19101:2000 (E).  
En: Peng, Z. R. & Tsou, M. H. (2003) p.275.

## Capítulo 4. Sistemas de Recuperación de Información Geográfica

### 4.1 Concepto de recuperación de información

En primer lugar, un Sistema de recuperación de información (SRI) en palabras de Lancaster, "... no informa al usuario sobre su tema de investigación, sino más bien informa de la existencia y ubicación de documentos relacionados con su búsqueda".<sup>153</sup>

Croft<sup>154</sup> precisa que la recuperación de información permite obtener de un conjunto de documentos, aquellos que se adecuan más a una demanda de información a través de los cuales se da solución a un problema planteado o se satisface una necesidad. Adicionalmente, destaca el papel que juegan en este proceso los lenguajes documentales, las técnicas de resumen, la descripción del objeto documental, entre otras.

Debido principalmente a que la recuperación de documentos no es posible sin el correspondiente tratamiento previo de la colección documental, Baeza y Ribeiro<sup>155</sup> extienden el campo de la recuperación de información a la representación, el almacenaje, la organización y el acceso a elementos de información (documentos), reafirmando finalmente que el objetivo de un sistema de recuperación de información es recuperar aquellos elementos de información que pueden ser útiles o relevantes a los usuarios.

Una definición más actual de la recuperación de información la dan Abadal y Codina<sup>156</sup>, quienes instan en la ampliación del objeto de estudio de la disciplina, afirmando que se encarga del estudio de la representación, la organización y el acceso a la información, considerando la información como un recurso. El objetivo último de la recuperación de información es explorar ese recurso de la forma más eficiente para

---

<sup>153</sup> Lancaster, F. W. *Information Retrieval Systems: Characteristics, Testing and Evaluation*. John Wiley & Sons. New York, 1968. p. 20

<sup>154</sup> Croft, W. Bruce. *Approaches to intelligent information retrieval*. Information Processing & Management. Volume 23 Issue 4, July 1987. Pergamon Press, Inc. Tarrytown, NY, USA.. pp. 17-18

<sup>155</sup> Baeza-Yates, R. and Ribeiro-Neto, B. *Modern information retrieval*. ACM Press/ Addison Wesley. New York, 1999. Disponible en: <http://www.sims.berkeley.edu/~hearst/irbook/> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>156</sup> Abadal Falgueras, E. y Codina Bonilla, L. *Bases de datos documentales*. Síntesis. Madrid, 2005. pp.29

tomar mejores decisiones, para refinar el conocimiento existente o para crear nuevo conocimiento.

Van Rijsbergen<sup>157</sup>, basándose en sus características, presenta las diferencias entre recuperación de información (RI) y recuperación de datos (RD), las cuales se resumen en la siguiente tabla:

Aspecto	Recuperación de Datos	Recuperación de información
Comparación (matching)	Exacta	Parcial
Inferencia	Deductiva	Inductiva
Modelo	Determinístico	Probabilístico
Clasificación	Monotética	Politética
Lenguaje de consulta	Artificial	Natural
Especificación de la consulta	Completa	Incompleta
Exactitud	Exacta	Por relevancia
Respuesta a errores	Sensible	No sensible

*Figura 37. Características principales de la recuperación de datos y la recuperación de información. Van Rijsbergen, C. J. (1979).*

De la tabla anterior, algunas de las diferencias más significativas entre la recuperación de datos y la recuperación de información son esencialmente el modo de comparación, el lenguaje de consulta empleados en uno y otro campo y la exactitud de la respuesta.

En relación con la modalidad de comparación, en la recuperación de datos el usuario recupera solamente los documentos que satisfacen íntegramente las condiciones impuestas en la consulta. Por ejemplo, el usuario puede solicitar los reales decretos aprobados entre 1998 y 2003, y el Sistema de recuperación de datos recuperará exclusivamente los documentos comprendidos entre esas fechas y ningún otro más.

<sup>157</sup> Van Rijsbergen, C. J. Information Retrieval. London. Butterworths, 1979. sp. Disponible en: <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html> [Consulta: 20-08-2012]

En cambio un Sistema de recuperación de información efectúa una comparación parcial (no exacta), de manera que recuperaría también aquellos documentos en que se citan los decretos aprobados en dichos años.

En cuanto al lenguaje de consulta, en la recuperación de datos se emplea habitualmente una sintaxis artificial como puede ser la booleana. Por ejemplo, el usuario para recuperar documentos sobre bibliotecas universitarias debe introducir la consulta de la siguiente manera:

bibliotecas AND universitarias

Sin embargo, un Sistema de recuperación de información suele permitir al usuario introducir la consulta en lenguaje natural:

¿Me puedes decir qué documentos hablan de bibliotecas universitarias?

Por último, en cuanto a la exactitud de la respuesta ofrecida por el sistema, en un Sistema de recuperación de datos todos y cada uno de los documentos obtenidos satisfacen en la misma medida la condición o condiciones impuestas en la consulta. Siguiendo con el ejemplo anteriormente expuesto, ningún decreto ley es más importante que otro en cuanto que todos han sido publicados entre 1998 y 2003, sin poder establecer una prioridad entre ellos.

En cambio, un Sistema de recuperación de información ordenaría los documentos obtenidos anteponiendo los que él considera más relevantes (es decir, aquellos que satisfacen de mejor manera la necesidad del usuario), relevando a las últimas posiciones los considerados menos pertinentes en relación a la consulta. En el ejemplo, el sistema situaría en las primeras posiciones aquellos documentos publicados entre 1998 y 2003 que hagan referencia a otros decretos ley de esas mismas fechas; después colocaría los documentos publicados entre 1998 y 2003 que hagan referencia a otros decretos ley; por último, señalaría los documentos no publicados entre 1998 y 2003 pero que hagan referencia a decretos ley publicados entre dichas fechas.

Los Sistemas de recuperación de información, en relación a otros métodos de procesamiento de la información, presentan tres rasgos característicos<sup>158</sup>:

1. Uso de computadoras (automatización). La recuperación de información se caracteriza por el uso de computadoras, y por tanto, por el uso de bases de datos u otros sistemas de procesamiento automático de información.
2. Uso prioritario de información textual. Aunque actualmente se están analizando los procedimientos de recuperación en cualquier medio (documentos visuales, sonoros, mapas, multimedia, entre otros), la recuperación de información gestiona esencialmente información textual de tipo narrativo o discursivo, en lugar de datos numéricos.
3. Contexto de descubrimiento. La recuperación de información se caracteriza por tener lugar en un contexto en el cual los usuarios del sistema de información tiene la necesidad de descubrir qué entidades cumplen una o más condiciones.

Adicionalmente, se puede señalar que los Sistemas de recuperación de información pueden utilizar descripciones textuales para gestionar también documentos no textuales, tales como gráficos, imágenes, vídeos, mapas.

Para nuestro caso se concibe en este trabajo la recuperación de información como el proceso totalmente automático, en el que el sistema analiza un texto identificando los términos considerados más representativos de su contenido (compuestos de una o más palabras), almacena dicha representación y recupera ante una consulta del usuario una lista ordenada por relevancia los documentos que satisfacen la consulta.

## **4.2 Etapas de la recuperación de información**

La búsqueda y recuperación de información tiene que ver con la representación, almacenamiento, organización y acceso a los elementos de

---

<sup>158</sup> Salton, G. and McGill, M. *Introduction to Modern Information Retrieval*. New York. McGraw-Hill. 1983.

información o ítems, y que de acuerdo con Tramullas y Olvera<sup>159</sup> una vez que se tiene una necesidad de información, el proceso consta de 5 etapas principales: 1) definición de la necesidad, 2) selección de los recursos de información, 3) consulta a los recursos de información, 4) evaluación de los resultados y 5) presentación de los resultados al usuario.

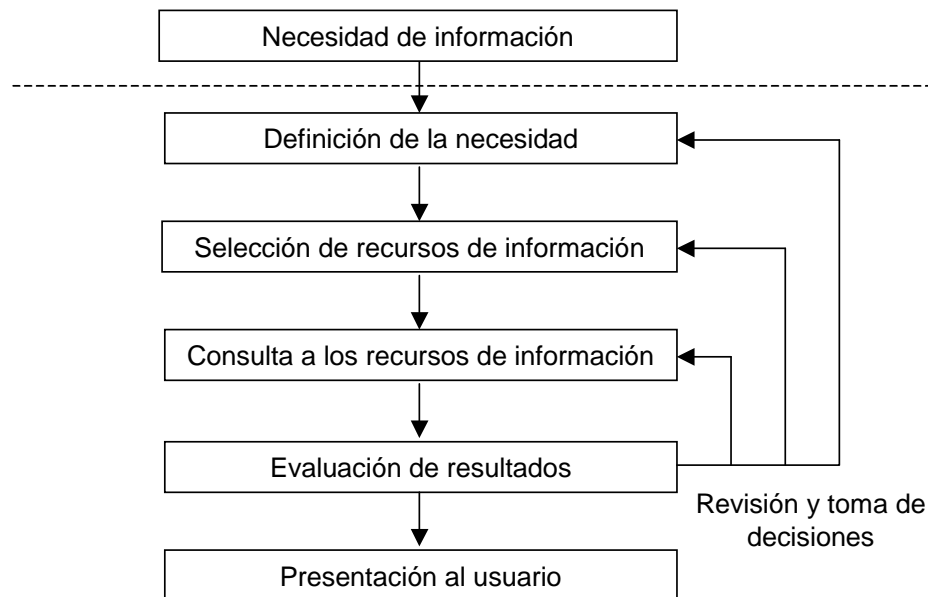


Figura 38. Proceso de recuperación de información. Adaptación de: Tramullas y Olvera (2004).

De acuerdo con el proceso de recuperación de información presentado, partimos de la necesidad de información del usuario. Este requerimiento puede ser estable o ir variando y normalmente se puede clasificar como verificación (validación de algo que la persona cree cierto), consciente (más información sobre un tema conocido) o indefinido (conceptos en un dominio desconocido).

Otra clasificación posible es mediante un eje temporal: inicialmente el usuario busca información genérica o de trasfondo respecto a un tema, luego información dentro de las aristas del tema, para finalmente escoger una aproximación en particular y profundizar en un área específica.

<sup>159</sup> Tramullas Saz, J.; Olvera Lobo, M.D. *Recuperación de la información en Internet*. RA-MA Editorial. Madrid, 2004.

No obstante del tipo que sea, se parte de una necesidad de información y lo que le sigue es definir lo más preciso y claro posible esa necesidad, basándose para ello en las estructuras de conocimiento con que se cuente.

El siguiente paso es la selección de los recursos de información sobre los cuales se llevará a cabo la búsqueda y recuperación de información.

Le sigue a la selección de los recursos de información la consulta, que comprende tanto la transferencia de los datos a buscar en el sistema, ya sea bajo lenguajes artificiales o el lenguaje natural, así como el proceso de búsqueda, durante el cual se realizan varias operaciones que casi siempre implican consultar un índice (representación compacta del contenido de los documentos). El buscador obtiene una lista de documentos, luego los ordena de mayor a menor importancia (tradicionalmente llamado ranking), los consolida (elimina duplicados, agrupa los de un mismo sitio, etc.) y los presenta al usuario.

#### **4.3 Modelos utilizados para la recuperación de información**

En relación con los modelos de recuperación de información, Chaín<sup>160</sup> señala que existe una división más o menos aceptada que diferencia los modelos en cuatro grandes grupos: el booleano, vectorial, probabilístico, y los que se incluyen dentro del enfoque cognitivo.

Los primeros Sistemas de recuperación de información seguían los modelos tradicionales booleano y el de búsqueda de información por patrones de texto. Actualmente existen varios métodos avanzados de recuperación de información como el de análisis sintáctico, búsquedas basadas en metadatos (el más difundido es utilizando RDF), el de generación de conocimiento basado en Grafos, el modelo KPS (*Keyword, Pattern, Sample*), las técnicas de obtención de descripciones por medio de lógica difusa, las redes neuronales, los algoritmos genéticos, en general conocidos

---

<sup>160</sup> Chain Navaro, C. *Técnicas y métodos de recuperación de información*. D. M. Librero-Editor. Murcia, 2004. pp. 32

como sistemas basados en conocimiento, y que algunos autores engloban bajo la denominación genérica de “inteligencia artificial”<sup>161</sup>

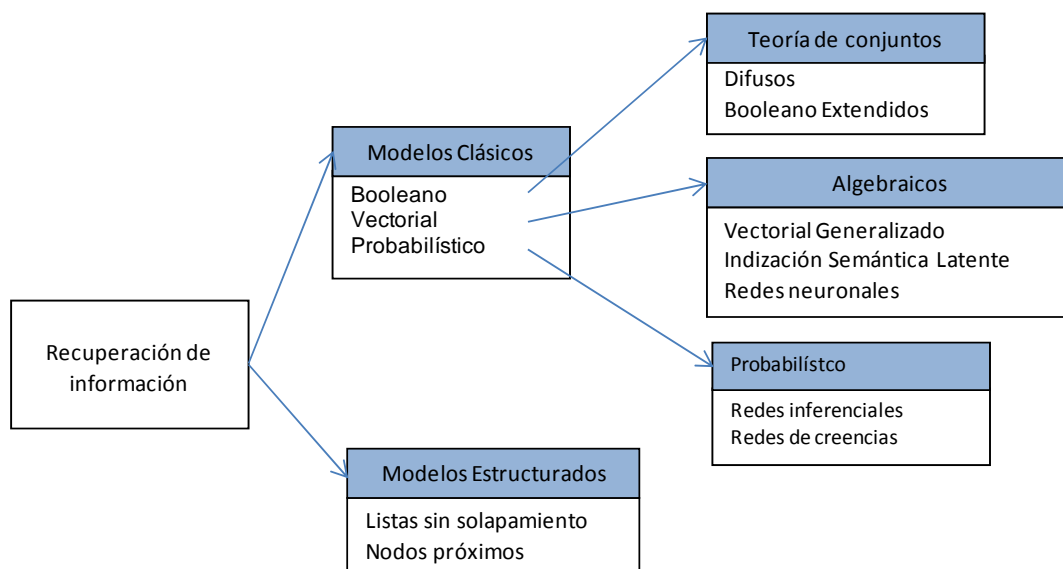


Figura 39. Taxonomía de los Modelos de recuperación de información. Baeza-Yates y Ribeiro-Neto (1999). p. 20.

En un sistema booleano, los documentos se encuentran representados por conjuntos de palabras claves y conectadas por algunos operadores lógicos, generalmente almacenadas en un fichero inverso, el cual consiste en una lista de palabras clave y de identificadores de los documentos en los que éstas aparecen.

Los sistemas de búsquedas por patrones de texto, a diferencia de los anteriores, llevan a cabo las consultas por medio de cadenas de caracteres, pero no son muy eficientes en colecciones grandes.

Como evolución de los dos anteriores, se han desarrollado algunos otros modelos, que utilizando la información procedente de la distribución estadística de los términos, ya sea la frecuencia de aparición de un término en un documento o en un conjunto de documentos, se le asigna una probabilidad de importancia (un peso) y se ordenan posteriormente según la importancia dada (pertinencia).

<sup>161</sup> Martínez Comeche, J.A.; López Yepes, J.; Ros García, J. Inteligencia Artificial y recuperación de información, en Estudios de Biblioteconomía y Documentación. Homenaje a la profesora María Rosa Garrido Arilla. Ed. Peninsular. Madrid, 2004. pp. 315-319



Dentro de los modelos estadísticos más utilizados existen varios, sin embargo el de *Espacio Vectorial*, el modelo *Probabilístico* o el modelo conceptual *Clustering* han sido los más utilizados.

En el caso del modelo de *Clustering*, se efectúan agrupaciones (clusters) de los documentos de la base de datos basándose en los términos que contienen y se recupera información desde esos grupos por medio de algoritmos de ranking.

En lo que respecta a la consulta propiamente, una de las más comúnmente utilizadas es la operación denominada *parsing*, que consiste en la división de la consulta en sus elementos constituyentes. En cuanto a las búsquedas booleanas, estas son separadas en sus correspondientes términos de indización o palabras claves y los operadores asociados a ellas, posteriormente los identificadores de los documentos asociados con cada término de consulta es recuperado y estos conjuntos se combinan de acuerdo a los operadores booleanos que se estén aplicando.

Otra operación utilizada comúnmente en las búsquedas de información es la denominada *feedback*, la cual consiste en utilizar los resultados de búsquedas hechas con anterioridad para construir nuevas consultas y con ello aprovechar los términos y palabras que han sido relevantes en esas consultas previas.

Refiriéndonos ahora a las operaciones sobre las palabras o términos utilizados en las búsquedas, el *stemming* es una de las más utilizadas, refiriéndose este al proceso de mezclar o combinar palabras relacionadas, reduciendo normalmente las palabras a su forma de raíz más común y con ello formando múltiples palabras.

El uso de tesauros es otra forma en que los términos de búsqueda se asocian con otros términos relacionados, además de extenderse a sinónimos y otras relaciones semánticas de los mismos. En cuanto a la ponderación de términos, a éstos se les puede asignar un valor numérico basado en su distribución estadística, es decir, la frecuencia con la que los términos aparecen en documentos, colecciones de documentos, o en subconjuntos de colecciones de documentos, tales como documentos considerados relevantes en una búsqueda.

Los modelos de redes neuronales aplicados en la recuperación de información, se basan en un conjunto de series de entrada (neuronas del exterior u ocultas) y una sola salida. A su vez cada entrada está caracterizada por un peso positivo o negativo,

y mediante diversas funciones entre ellas y su valoración con respecto a los valores de umbral prefijados, la neurona se activa o no a través de alguna función de activación específica (las más habituales son las funciones escalonadas, lineales, sigmoidea y gaussiana).

Los algoritmos genéticos, aunque no representan realmente un algoritmo de aprendizaje como las redes neuronales, aportan una metodología de búsqueda potente e independiente del dominio que puede ser empleada en muchas tareas de aprendizaje. Los algoritmos genéticos parten de una población inicial o cromosomas (posibles soluciones al problema) que mediante un proceso evolutivo (selección probabilística de las mejores soluciones), crecen y mutan produciendo como resultado al mejor sujeto posible, o una combinación de varios cromosomas iniciales.

En sí, los sistemas basados en conocimiento son aquellos que proporcionan un medio automatizado de adquisición, almacenamiento, aplicación y razonamiento de conocimiento, distinguiéndose de entre ellos los sistemas expertos, que apoyan tareas consideradas difíciles, muy laboriosas o que deben considerar muchos factores para emitir un resultado o dictamen, dando la posibilidad de explicar al usuario los argumentos en que ha basado su resultado.

En cuanto a los modelos del enfoque cognitivo, continuando con Chain, refiere que éstos se centran principalmente en los aspectos que influyen en el estado cognitivo y contextual del individuo y que provocan la necesidad informativa. A partir de lo anterior, se han desarrollado diferentes implementaciones prácticas como el *Modelo global de polirepresentación*, el *Modelo episódico*, el *Modelo estratificado*, y el *Modelo de retroalimentación interactiva*, entre otros, pero que como ocurren normalmente en los enfoques cognitivos, no han llegado a realizarse en entornos reales al alcance de los usuarios y para nuestro caso no se abordarán más.

#### **4.4 Sistemas de búsqueda y recuperación de información en web**

Internet se diseñó con la idea fundamental de interconectar a miles de usuarios para compartir información. Con el tiempo, esa información ha quedado almacenada en un sin fin de sitios y servidores y la forma en que los usuarios acceden a ella se hace principalmente a través de diferentes Sistemas de recuperación de información .

De acuerdo con las prestaciones para la recuperación de información, los contenidos que gestionan y su tipología, se identifican tres clases de sistemas:

- Directorios
- Motores de Búsqueda
- Metabuscadores.

### *Directorios*

Los *directorios* (también llamados Índices) son listados de recursos organizados en categorías temáticas. Las categorías temáticas se organizan jerárquicamente en un árbol de materias que permite su consulta descendiendo desde los temas más generales a los más específicos. Las categorías a su vez, presentan un listado de enlaces a las páginas referenciadas en el buscador y cada enlace incluye una breve descripción sobre su contenido. En cuanto a los recursos de Internet que contiene el Directorio, éstos son seleccionados y clasificados por personas capacitadas para esa labor.

La mayoría de los directorios permiten el acceso a los recursos referenciados a través de dos sistemas:

- Navegación a través de la estructura de las categorías temáticas.
- Búsquedas por palabras claves sobre el conjunto de referencias del buscador.

Entre sus principales ventajas está la estructura jerárquica de sus categorías principales que a su vez se van subdividiendo en otras categorías más específicas hasta llegar a los listados de recursos, con lo cual se logra una buena precisión y poco ruido.

Entre los inconvenientes que tienen están los siguientes:

- No son muy exhaustivos.
- No suelen estar muy actualizados, ya que este proceso requiere intervención manual y cuando la base de datos alcanza magnitudes voluminosas el proceso se vuelve complicado.
- El método navegacional de consulta es lento

## *Motores de búsqueda*

A diferencia de los directorios, los motores de búsqueda son sistemas que de forma automática indexan una porción de los documentos residentes en la globalidad de la web y permiten localizar información a través de la formulación de una pregunta.

Los motores de búsqueda manejan también grandes bases de datos de referencias a páginas web que han sido creadas a través de un proceso automático, sin intervención humana y generalmente, de mayor tamaño.

Asimismo, los motores de búsqueda recopilan la información gracias a uno o varios agentes de búsqueda (robots, spiders o crawlers) que recorren la web, a partir de una relación de direcciones de partida, recopilando nuevas páginas para el motor y generando una serie de etiquetas que permiten su indexación en la base de datos.

Un motor de búsqueda no cuenta con subcategorías como los directorios, sino con avanzados algoritmos de búsqueda que analizan las páginas que tienen en su memoria y con ello proporcionan el resultado más adecuado a una búsqueda. También incluyen entre sus registros, direcciones que les son remitidas por los usuarios.

Un buscador web tiene tres subsistemas:

- Un recolector que visita una serie de páginas Web, incorporándolas a una colección.
- Un indexador que convierte la colección en una estructura más manejable y pequeña, llamada índice.
- Un buscador propiamente, que recupera ciertas páginas del índice basado en un requerimiento del usuario.

Ahora bien, dependiendo de los contenidos que gestionan y las características propias del buscador, estos se pueden clasificar en los siguientes:

- Buscador de contenidos multimedia. Tienen como finalidad buscar archivos de vídeo, audio, imágenes u otros formatos cualesquiera a partir de la localización de expresiones que pudieran estar en campos de texto (búsqueda en bases de datos) o en las proximidades del enlace al archivo (búsqueda en Internet).

- Buscador difuso (*fuzzy*). Localiza documentos o registros en bases de datos similares a la expresión de consulta.
- Buscador semántico. Expande las consultas usando sinónimos de las palabras empleadas para expresar una búsqueda.
- Buscador multilingüe. Permite expresar la búsqueda en un idioma y localizar todos los documentos relevantes en otros idiomas que maneje.
- Sistemas de autorrespuesta (o de respuesta a preguntas). Tratan de localizar, no un documento, sino el párrafo concreto que responde a una consulta realizada por un usuario.

Por último, a la hora de valorar la calidad de un buscador se debe tener en cuenta:

- La exhaustividad, que se refiere al número de documentos de Internet referenciados que almacena el motor de búsqueda en su base de datos para las consultas.
- La calidad y flexibilidad del lenguaje de consulta, que indica que tanto se pueden mejorar los resultados de una consulta en base a los operadores con los que cuenta el motor. En este punto también influye mucho la interface del usuario.
- La pertinencia de sus resultados (ruido y silencio), referido a que el número de resultados arrojados en una consulta no debe ser tan pequeño como para no proporcionar suficiente información, ni tan grande como para no poder definir cuáles son los resultados relevantes.
- Los servicios de valor añadido que incorporan, tales como correo electrónico, compras en Internet, noticias, disco virtual, mensajero electrónico, etc.
- La periodicidad de actualización de la base de datos, relacionado con la frecuencia con la que el robot regresa a los sitios que tiene indexados para verificar si alguno de ellos ha actualizado sus páginas, si el sitio ya no existe, o para registrar los sitios nuevos.

- La velocidad en la recuperación, que se refiere a la velocidad de respuesta a una consulta, es decir, el tiempo que toma el motor de búsqueda en consultar su índice y aplicar el algoritmo para regresar los resultados.
- Las dificultades de conexión, es decir, los problemas, fallas o impedimentos para acceder al sitio y utilizar el motor de búsqueda.

En encuestas generales, se deduce que la experiencia de los usuarios de los principales motores de búsqueda actuales (Google, Altavista, Yahoo, Bing, Terra, entre otros), dicen que éstos producen respuestas de buena precisión. En cuanto a la exhaustividad, se percibe en términos brutos como muy alta, pues normalmente la respuesta de un buscador es de cientos o miles de páginas encontradas (aunque esa exhaustividad es relativa, puesto que, incluso los buscadores más importantes cubren sólo una parte de todo el espacio Web), produciendo en el usuario el fenómeno conocido como sobrecarga de información (desbordamiento cognitivo) por el número tan alto de páginas encontradas.

### *Metabuscadores*

El tercer tipo de Sistemas de recuperación de información son los metabuscadores, los cuales son sistemas desarrollados para resolver la problemática de tener que acceder a varios motores de búsqueda o directorios para recuperar una información más completa sobre un tema, ya que estos sistemas se encargan de efectuar las búsquedas, colecciona las respuestas recibidas y las unifica.

Estos sistemas no almacenan direcciones y descripciones de páginas en su base de datos, sino que cuentan con los registros de diferentes motores de búsqueda e información específica sobre ellos. Una vez que el usuario hace una consulta, esta se lanza a los motores de búsqueda y directorios registrados y obtienen los resultados que le devuelven, los ordena, elimina la redundancia y presenta los resultados.

Así mismo, estos sistemas se diferencian unos de otros básicamente en la forma en cómo traducen la pregunta formulada por el usuario a los lenguajes específicos de interrogación que maneja cada buscador, así como a la presentación de los resultados.

Basándose en las características de presentación de los resultados, algunos autores hablan de multibuscadores y de metabuscadores. Los multibuscadores ejecutan la consulta contra varios motores de forma simultánea y presentan los resultados sin más organización que la derivada de la velocidad de respuesta de cada motor (un ejemplo es All4One que busca en una gran cantidad de motores de búsqueda y directorios). En tanto, los metabuscadores en sus resultados eliminan las referencias duplicadas, agrupan los resultados y generan nuevos valores de pertinencia para ordenarlos (por ejemplo mamma, metacrawler, buscopio). Cabe mencionar que algunos metabuscadores para mejorar su desempeño pueden instalarse como clientes en un entorno local (Webcompass o Copernic, por ejemplo).

En cuanto a los inconvenientes de estos sistemas, dentro de los más importantes es que el resultado de la recuperación de información se encuentra generalmente limitado, y no incluye necesariamente todo el conjunto de páginas sobre la materia preguntada que se encuentran almacenadas en las fuentes del metabuscador.

#### 4.5 Agentes inteligentes

Una definición sencilla sobre los *agentes* la hace Russell<sup>162</sup>, quien considera a un agente como una entidad que percibe y actúa sobre un entorno. Basándose en esta definición, se pueden caracterizar distintos agentes de acuerdo a los atributos que posean (y que van a definir su comportamiento) para resolver un determinado problema<sup>163</sup>.

Considerando la existencia del internet invisible o Infranet, entendiendo como el conjunto de recursos accesibles solamente a través de pasarelas o formularios, o bien contenidos de creación dinámica (por ejemplo consultas a bases de datos) y que por ello están inaccesibles para los robots, los agentes intentan ofrecer una solución a este tipo de situaciones, sobre todo por la calidad de sus contenidos.

---

<sup>162</sup> Russell, S. J. *Inteligencia Artificial: un enfoque moderno*. Prentice - Hall. México, 1996.

<sup>163</sup> Botti, V.; Carrascosa, C.; Julian, V.; Soler, J. The ARTIS AgentArchitecture: Modelling Agents in Hard Real-Time Environments. Proceedings of the MAAMAW'99. Lecture Notes In Computer Science, vol. 1647. Springer- Verlag. Valencia, 1999. pp. 63-76

Algunas de las características que en la literatura se suelen atribuir a los agentes en mayor o menor grado para resolver problemas particulares y que han sido descritos por autores tales como Franklin y Graesser<sup>164</sup> y Nwana<sup>165</sup>, son las siguientes:

*Continuidad temporal.* Se considera un agente un proceso sin fin, ejecutándose continuamente y desarrollando su función.

*Autonomía.* Los agentes deben trabajar sin supervisión humana, al contrario que los programas que operan en base a interfaces de manipulación directa por parte del usuario. Así, una vez fijadas las condiciones y restricciones necesarias por parte del usuario, se espera que el agente intente cubrir o conseguir sus objetivos, dejando ocultos los detalles para dicho usuario.

*Cooperación.* Un agente debe ser capaz de colaborar con otros agentes, intercambiando informaciones y resultados de acciones propias. La negociación puede hacerse con agentes que persigan los mismos objetivos o con agentes de objetivos diferentes, pero necesarios o al menos útiles para lograr las metas del primero. La capacidad de cooperación requiere disponer de algún mecanismo que permita la negociación entre agentes, aún cuando éstos sean heterogéneos. Se han propuesto diversos estándares, siendo probablemente el más difundido el *Knowledge Query Manipulation Language* (KQML).

*Comunicación.* Esto no sólo implica la simple capacidad para comunicarse con el usuario, sino también la necesidad de tener conocimiento sobre el mundo o dominio sobre el cual opera el agente. Habitualmente este conocimiento se implementa mediante ontologías y reglas de inferencia.

*Racionalidad.* El agente siempre realiza «lo correcto» a partir de los datos que percibe del entorno.

---

<sup>164</sup> Franklin, S. & Graesser, A.: *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*. Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. Springer-Verlag, 1996. Disponible en: <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>165</sup> Nwana, H. S.: *Software Agents: An Overview*. Knowledge Engineering Review, Vol. 11, No. 3, pp.1-40. Cambridge University Press, 1996. Disponible en: <http://agents.umbc.edu/introduction/ao/> [Consulta: 21-08-2012]



*Reactividad.* Un agente actúa como resultado de cambios en su entorno. En este caso, un agente percibe el entorno y esos cambios dirigen el comportamiento del agente.

*Pro-actividad.* Un agente es pro-activo cuando es capaz de controlar sus propios objetivos a pesar de cambios en el entorno.

*Adaptatividad.* Está relacionado con el aprendizaje que un agente es capaz de realizar y si puede cambiar su comportamiento basándose en ese aprendizaje.

*Movilidad.* Capacidad de un agente de trasladarse a través de una red telemática.

*Veracidad.* Un agente no comunica información falsa a propósito.

*Benevolencia.* Se refiere a que un agente puede ayudar a otros agentes si esto no le provoca un conflicto con sus propios objetivos.

*Aprendizaje.* Un agente debe tener la capacidad de aprender de experiencias pasadas (y de la experiencia de otros agentes), así como de las reacciones del usuario ante resultados previos. Esto está directamente relacionado con el aprendizaje de máquina o aprendizaje automático.

No existe un consenso sobre el grado de importancia de cada una de estas propiedades para un agente, sin embargo, se puede afirmar que estas propiedades son las que distinguen a los agentes de meros programas

En cuanto a los *agentes inteligentes* y la recuperación de información en la web, los agentes apoyan haciendo algo similar a lo que actualmente hacemos las personas de manera manual (consultar, revisar, volver a consultar, volver a revisar, y así sucesivamente hasta encontrar la información que mejor resuelva la necesidad de información).

Una propuesta interesante sobre un Sistema multiagentes de recuperación de información la hacen López, Sánchez y Pérez<sup>166</sup> proponiendo 5 agentes principales

---

<sup>166</sup> López Yepes, A.; Sánchez Jiménez, R.; Pérez Agüera, J.R. *Agentes de Información*. Revista de Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información. Vol. 19, no. 39. México, 2005.

que desarrollarían la tareas del proceso de recuperación identificado por ellos: el agente de adquisición de los documentos que formaran la colección; el agente de la indexación de los documentos seleccionados en la fase de adquisición; el agente de clasificación de los documentos a partir de una estructura temática previamente establecida; el agente de gestión de tesauros que se utiliza como base de conocimiento del dominio, de cara al reconocimiento y normalización de conceptos; el agente de recuperación, que trata directamente con el usuario del sistema y que puede ser una persona u otro agente.

#### **4.6 Sistemas de búsqueda de respuestas**

Los motores de búsqueda actuales son bastante eficientes cuando el usuario conoce los términos del tema a buscar, sin embargo, hay situaciones particulares en que estos no funcionan correctamente, por ejemplo, cuando la información buscada se encuentra en un idioma diferente a como se lanza la búsqueda y el buscador solo trata de localizarla en el idioma en el que se realiza la consulta; otro caso en que los motores y metamotors de búsqueda no son eficientes es cuando el usuario no conoce con exactitud o tiene una idea vaga de lo que requiere, así mismo, cuando los términos utilizados para la búsqueda no son los correctos; y mas allá aún, si el usuario lo que requiere es tener información relevante sobre un tema específico a manera de resumen o concentrados de información, un motor de búsqueda lo que arroja son los documentos completos que el usuario tendrá que leer y extraer de ellos la información que considere importante.

Orientándose hacia estas necesidades, los Sistemas de búsqueda de respuestas (SBR) tienen como finalidad obtener respuestas concretas a necesidades precisas de información, es decir, responder de manera puntual y sintetizada a las necesidades de información de los usuarios, afrontando el problema de localizar, extraer y presentar al usuario únicamente la información que desea conocer, evitando con ello la ardua tarea de recopilar información a través de la lectura de documentos relevantes.

El interés en los Sistemas de búsqueda de respuestas por parte de la comunidad científica dedicada a la recuperación de información es bastante reciente.

En 1993 en el evento del *Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR)*<sup>167</sup> se presentó MURAX<sup>168</sup>, el primer sistema que combinó técnicas superficiales de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) para conseguir lo que su autor denominó una recuperación de información de alta precisión.

A partir de lo anterior se inició el desarrollo de aplicaciones con técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural cada vez más complejas, que permitieran sobre todo mejorar la precisión de los sistemas a la hora de localizar y extraer la respuesta exacta buscada. Lo anterior se desarrolló de manera vertiginosa en el periodo 2000-2001 y actualmente se viven momentos de gran auge en esta materia y de hecho existen algunos sistemas que son accesibles a través de internet, como por ejemplo el sistema START<sup>169</sup> o el AnswerBus<sup>170</sup>.

Los componentes principales que constituyen un Sistema de Búsqueda de Respuestas son los siguientes:

1. Las preguntas formuladas al sistema son procesadas por un primer módulo que se encarga, primero, de detectar el tipo de información que la pregunta espera como respuesta (una fecha, o una cantidad, etc.) para después seleccionar aquellos elementos de la pregunta que van a permitir la localización de los documentos susceptibles de contener la respuesta.
2. El módulo de recuperación de documentos o pasajes toma como entradas los elementos de la pregunta que permitirán llevar a cabo la búsqueda de información, seleccionados en el punto anterior. Dado el gran volumen de documentos a tratar y

---

<sup>167</sup> Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR). Disponible en: <http://www.sigir.org/> [Consulta: 23-07-2012]

<sup>168</sup> Kupiec, J. *MURAX: A Robust Linguistic Approach for Question Answering Using an On-Line Encyclopedia*. Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR) 1993. pp. 181-190

<sup>169</sup> START es un sistema que puede resolver millones de preguntas relacionadas con sitios geográficos (ciudades, lagos, coordenadas, climas, mapas, demografía, política y economía), películas (títulos de películas, actores, directores), personas (fechas de nacimiento, biografías), definiciones de términos, entre otros mucho otros elementos que se siguen incorporando. Disponible en: <http://start.csail.mit.edu/> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>170</sup> Answerbus es un sistema de búsqueda de respuestas de dominio abierto que trabaja en los idiomas inglés, francés, alemán, español, italiano y portugués, mediante la extracción de posibles respuestas a través del web. Utiliza para la recuperación de información a Google, Yahoo, WiseNut, AltaVista y Yahoo News, entre otros y una vez recuperadas, extrae las sentencias que contienen las respuestas solicitadas. Disponible en: <http://www.answerbus.com/> [Consulta: 18-08-2012]

las limitaciones de tiempo de respuesta con las que se trabaja, esta tarea se realiza empleando Sistemas de recuperación de información .

3. Finalmente, el módulo de extracción de respuestas se encarga de realizar un análisis más detallado del subconjunto de textos relevantes resultados del proceso anterior, con la finalidad de localizar y extraer la respuesta buscada.

Los trabajos que se están realizando actualmente relacionados con esta línea de investigación se relacionan con el perfeccionamiento de algunos de los aspectos más relevantes que intervienen en los diferentes módulos del sistema, destacándose los siguientes:

- Definición de una taxonomía de las preguntas, basadas en las preguntas y las respuestas esperadas.
- Comprensión y resolución de ambigüedades.
- El análisis del contexto en el que se realiza la pregunta (buscando resolver ambigüedades y facilitar la investigación).
- Integración de diferentes fuentes de información
- Extracción de respuestas a través de la integración de información distribuida
- Generación y presentación de respuestas
- Optimización de las búsquedas en tiempo real
- Integración de información multilingüe
- Interactividad entre el usuarios y los Sistemas de búsqueda de respuestas
- Integración y gestión de perfiles de usuarios

Adicionalmente, se busca la integración de estos Sistemas de búsqueda de respuestas con otros sistemas, como los denominados sistemas de razonamiento, en

los cuales se busca cubrir las expectativas de usuarios profesionales, profundizando en conocimientos específicos de determinados dominios.

#### **4.7 Sistemas de recuperación de información geográfica**

La investigación integrada entre los Sistemas de información geográfica y los Sistemas de recuperación de información, ha dado la pauta para el nacimiento de una nueva área de investigación denominada recuperación de información geográfica (GIR, por las siglas del inglés de *Geographical Information Retrieval*)<sup>171</sup> y se ha incorporado como una rama especializada de la recuperación de información tradicional en la que se incluyen todas las líneas de investigación que tradicionalmente forman el núcleo de la recuperación de información, pero además con un énfasis en la Información geográfica y espacial<sup>172</sup>.

Partiendo de una definición genérica de Sistema de recuperación de información geográfica (SRIG), éste hace alusión a un sistema automatizado que analiza los datos ingresados en una consulta hecha por un usuario, identifica los datos más representativos, almacena dicha representación y da respuesta al usuario a través de una lista por relevancia de los documentos que satisfacen su consulta, así como su correspondiente referencia geográfica.

Para su operación interna, un Sistema de recuperación de información geográfica se basa en la información organizada bajo estándares, interfaces gráficas de apoyo a los usuarios, así como diversas herramientas que a continuación se describen.

##### **4.7.1 Componentes de un sistema de recuperación de información geográfica**

Los componentes principales de un Sistema de recuperación de información geográfica son:

---

<sup>171</sup> Larson, R. R. *Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing*. GIS and Libraries: 32nd Annual Clinic on Library Applications of Data Processing conference, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1995. Disponible en: [https://sherlock.ischool.berkeley.edu/geo\\_ir/PART1.html](https://sherlock.ischool.berkeley.edu/geo_ir/PART1.html) [Consulta: 18-08-2012].

<sup>172</sup> Perea Ortega, J. M.; García Vega, M.; García Cumbreras, M. A. y Ureña López, L. A. *Sistemas de recuperación de información Geográfica multilingües en CLEF*. Procesamiento del Lenguaje Natural Revista nº 40, marzo de 2008. pp. 129-136. Disponible en: <http://www.sepln.org/revistaSEPLN/revista/40/19p24.pdf> [Consulta: 18-08-2012]

## **1. Documentos estructurados**

Es imperativo que los documentos de las colecciones estén estructurados en vista a tener una mejor gestión de éstos. Asimismo, es necesario que el proceso se apoye de diversas herramientas que permitan tener el control de los datos, ya sea por índices o por otros métodos, entre los cuales están los diccionarios y los directorios geográficos (también denominados *gazetteers*).

En cuanto a los documentos con estructura de datos se refiere, la semántica de los documentos, es decir, el significado del contenido, se puede determinar de manera independiente a la presentación del documento (la presentación del contenido). Así por ejemplo, en un documento que hace referencia a una factura, se pueden definir componentes identificables semánticamente, por ejemplo la *fecha* o el *monto total*, los cuales se pueden extraer y procesar de forma independiente al formato o a la presentación de los datos.

## **2. Bases de datos**

Es en las Bases de datos en donde se almacena la información y los documentos de las colecciones, tanto los propios de la información espacial, como los datos en archivos de texto y los metadatos.

Asimismo, tal y como se señalaba en el apartado 3.5.2 de éste documento relacionado con el software utilizado en los Sistemas de información geográfica, es necesario seleccionar los programas Manejadores de bases de datos, así como los lenguajes y los operadores que soportará éste, en vista a establecer qué tipos de operaciones serán permitidas e implementadas para el control y gestión de los documentos y de la información.

## **3. Herramientas**

Entre las principales herramientas de software utilizadas en los Sistemas de recuperación de información geográfica están los siguientes:

## **a) Agentes inteligentes**

Los agentes inteligentes (ya comentados en el apartado 4.5 de éste documento) son herramientas que permiten localizar información de forma automática, requiriendo para ello la definición del perfil de la búsqueda a realizar y la orientación a donde se debe lanzar (bases de datos, sitios web, entre otros) con lo que el agente automáticamente irá recuperando e incorporando la nueva información que vaya surgiendo.

## **b) Lenguajes de indización y control terminológico**

### **Índices**

Son listados de términos normalizados que representan el contenido de un recurso o documento. Algunos de los tipos de índices más utilizados son los siguientes:

*Índice de materias.* Contiene los términos ordenados según las materias a las que haga referencia la base de datos o el buscador de que se trate.

*Índice alfabético.* En éste tipo de listado los términos se ubican alfabéticamente.

*Índice KWIC (Key Word In Context).* Es un tipo de índice permutado (referido a contextos de términos similares, términos relacionados y términos de contextualización, contenidos en una estructura jerárquica basada en vocabulario controlado) en el que el contenido temático de una obra se representa mediante palabras clave de su título o de otra fuente de información del documento.

*Índice KWOC (Key Word Out Context).* Al igual que el anterior, también es un índice permutado pero que varía en su presentación respecto al índice KWIC en que las palabras clave aparecen como un encabezamiento en línea separada. Bajo cada encabezamiento aparece la totalidad de los títulos, completos o truncados, que contienen la palabra clave de que se trata<sup>173</sup>.

---

<sup>173</sup> Para adentrarse en éste tema se recomienda: Magan Walls, J. A. (Coordinador). *Tratado Básico de Biblioteconomía*. Quinta Edición. Editorial Complutense. Madrid, 2004. Disponible en: <http://goo.gl/BhU2y> [Consulta: 21-08-2012]

## **Palabras clave**

Hace referencia al término significativo en lenguaje natural que representa el contenido del documento.

En la búsqueda de información esta opción es esencial ya que nos permite acotar y precisar la información. El problema recae en definir la palabra exacta que representa el contenido, por ello es conveniente utilizar especificadores. Por ejemplo, si utilizamos la palabra flor en cualquier buscador podemos estar buscando, la florería más cercana, una imagen de flores o un estudio sobre las flores en las distintas estaciones del año.

## **Tesauros**

Es una lista estructurada de conceptos, destinados a representar de manera relacionada el contenido de los documentos y de las consultas dentro de un área, ámbito de conocimiento o un documento determinado, con lo cual se posibilita una mayor precisión en la indexación y en la correcta recuperación de la información consultada.

La principal característica de los tesauros es que los términos están ordenados jerárquicamente, permitiendo la precisión terminológica en la búsqueda de información a partir de sus denominados componentes y las relaciones de éstos.

Componentes:

- Descriptores admitidos o preferentes: son aquellos términos normalizados (donde han sufrido un proceso de expurgo denegando plurales, evitando sinónimos, etc.) que el tesoro los considera aptos para asignarlos a un documento y que posteriormente facilite la recuperación.
- Descriptores no admitidos: son aquellos que aun estando normalizados no se consideran adecuado para utilizarlos (suelen ser sinónimos o términos no utilizados en el campo de actuación)



Relaciones:

- Jerárquicas: indican cuando un término es más específico que otro
- Asociativas: Indican que los términos guardan alguna relación
- Sinónimos: Indican que dos términos son sinónimos y cuál de ellos se utiliza como admitido

### c) Metadatos

Los metadatos son datos altamente estructurados que describen el contenido, la calidad, la condición y otras características de los datos o documentos geográficos.

Así mismo, los metadatos desempeñan un papel muy importante para los almacenes de datos ya que son utilizados como *directorios* que pueden ayudar a localizar un cierto almacén de datos o como guías, para transformar los datos de un ambiente operacional a un almacén de datos.

Los metadatos se pueden organizar en varios niveles que se extienden de un listado simple de la información básica sobre datos disponibles, hasta una descripción muy fina y detallada sobre un elemento particular.

La forma más básica de presentar los metadatos es en documentos con formato de texto plano o en formato ASCII<sup>174</sup>, los cuales son fácilmente transferibles independientemente de la plataforma de cómputo que se esté utilizando.

Para su codificación uno de los formatos utilizados es el HTML (*HyperText Markup Language - Lenguaje de Marcado de Hipertexto*), el cual a través de un navegador de internet puede ser presentado visualmente más atractivo<sup>175</sup>.

---

<sup>174</sup> ASCII (acrónimo inglés de *American Standard Code for Information Interchange* — Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información), el cual hace referencia a un código de caracteres basado en el alfabeto latino, tal como se usa en inglés moderno y en otras lenguas occidentales.

<sup>175</sup> La evolución del HTML se dio con el *Dinamic HTML* (DHTML) aumentado con el *scripting* (programas que permiten la automatización o implementación de pequeñas tareas) y su modelo de objetos de documentos.

Por su parte, el SGML (*Standard Generalized Markup Language - Lenguaje de Marcado de Anotaciones Generales*) es un sistema creado para la organización y etiquetado de documentos<sup>176</sup>, proporcionando una manera eficaz de estructurar los contenidos, en éste caso, de marcar los metadatos mediante etiquetas.

Como un subproducto del SGML fue creado el XML (*Extensible Markup Language - Lenguaje de Marcado Extensible*), el cual es más sencillo y proporciona los medios para especificar la estructura del contenido de documentos, así como el formato de su presentación en los dispositivos de salida, tales como pantallas e impresoras.

Por las grandes ventajas y posibilidades que ofrece XML, la Organización Internacional de Estandarización (ISO) propuso su uso en el estándar de metadatos geoespaciales, buscando con ello establecer un punto de partida para la indexación de direcciones y búsqueda de metadatos, además de proporcionar una definición en vista a su intercambio.

Debido a lo anterior y gracias a las posibilidades que el XML otorga para la creación de otros lenguajes de marcado, en 1999 el Consorcio OpenGIS (OGC) propuso desarrollar un estándar para el modelaje, transporte y almacenamiento de información geográfica, dando como resultado el lanzamiento en 2001 la especificación técnica del GML (*Geography Markup Language - Lenguaje de Marcado Geográfico*), el cual se constituyó como una lengua franca para el manejo e intercambio de información entre los diferentes softwares que hacen uso de este tipo de datos, como los Sistemas de información geográfica.

De manera paralela, aparecieron otras especificaciones para la creación y descripción de datos gráficos o geográficos, tal es el caso del VML (*Vector Markup Language - Lenguaje de Marcado Vectorial*) que fue presentado como una propuesta de estándar al World Wide Web Consortium (W3C) en 1998 por Autodesk, Hewlett-Packard, Macromedia, Microsoft y Visio, pero que competía con el PGML (*Precision Graphics Markup Language - Lenguaje de Marcado de Precisión Gráfica*) propuesto por Adobe Systems y Sun Microsystems. Después de un largo examen, el W3C decidió combinar esos dos formatos, dando origen al formato SVG (*Scalable Vector Graphics - Gráficos Vectoriales Escalables*) en el 2001.

---

<sup>176</sup> La Organización Internacional de Estándares (ISO) normalizó este lenguaje a través de la norma ISO 8879:1986

Otro lenguaje de marcado generado a partir del XML para representar datos geográficos en tres dimensiones es el KML (*Keyhole Markup Language*) el cual se desarrollo para ser usado en Google Earth (originalmente su nombre era *Keyhole Earth Viewer*) quien lo adquirió en 2004 y que actualmente es un estándar abierto propuesto por la *Open Geospatial Consortium (OGC)*.

#### **d) Gazetteers**

Un gazetteer es un índice de un diccionario geográfico. Normalmente contiene información relacionada con la geografía de un país, un estado o una región específica y también puede contener estadísticas.

En este tipo de documentos, generalmente lo que se tiene son listas organizadas por temas con entradas en orden alfabético, de ahí que su contenido toma la forma y en ocasiones el nombre de diccionario geográfico (para más detalle sobre este tema dirigirse al apartado 2.6 de este documento).

### **4. Interfaz**

Las interfaces son uno de los componentes más importantes en un Sistema de recuperación de información geográfica, ya que es a través de éstas como se establece la interacción entre sus componentes.

Marcos<sup>177</sup> señala que las interfaces implican fundamentalmente la relación que se establece entre el usuario y el Sistema de recuperación de información, generándose a través de ella la interacción o diálogo entre el hombre y la máquina. Adicionalmente, hace mención a las aportaciones de diversos autores en esta materia y señala por ejemplo, que la interacción en realidad se produce entre el hombre y la información que proporciona el sistema<sup>178</sup>, la cual resulta especialmente útil en un

---

<sup>177</sup> Marcos Mora, M. C. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Ediciones Trea. Asturias, 2004.

<sup>178</sup> Church, G. M. *The human-computer interface and information literacy: some basis and beyond*. Information Technology & Libraries. Vol. 181, 1999. pp. 3-21. En: Marcos Mora, M. C. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Ediciones Trea. Asturias, 2004.

entorno de recuperación de información, donde el objetivo se encuentra en la información precisamente.

Otro señalamiento importante lo hace Laurel<sup>179</sup> quien refiere a la importancia de la imaginación de los usuarios a través de la cual se crean los contextos de interacción entre estos y los sistemas, debiéndose por lo tanto considerar diversas posibilidades a la hora de diseñar las interfaces.

Dentro de las Interfaces se puede distinguir básicamente tres tipos:

- Una interfaz de hardware, a nivel de los dispositivos utilizados para ingresar, procesar y entregar los datos: teclado, ratón y pantalla de visualización.
- Una interfaz de software, destinada a entregar información acerca de los procesos y herramientas de control, a través de la cual el usuario interactúa con el sistema.
- Una interfaz de software-hardware, que establece un puente entre la máquina y los humanos a través de equipos y programas específicos para ello.

Asimismo, existen distintos estilos de interacción, los cuales han aparecido y se utilizan según las necesidades de los usuarios, buscando facilitar el uso de los sistemas.

Cada estilo tiene sus propias características que los hacen ser más o menos idóneos para algunas tareas y tipos de usuarios, siendo conveniente diseñar sistemas en los que se combinen varios de ellos e incluso el propio usuario pueda elegir con cual trabajar en cada momento. Los cinco tipos principales de interacción son<sup>180</sup>:

---

<sup>179</sup> Laurel, B. *Toward the design of a computer-based interactive fantasy system*. The Ohio State University [Tesis doctoral]. En: Marcos Mora, M. C. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Ediciones Trea. Asturias, 2004.

<sup>180</sup> Schneiderman, B. *Software psychology: human factors in computer and information systems*. Cambridge, MA: Winthrop, 1980. En: Marcos Mora, M. C. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Ediciones Trea. Asturias, 2004.

- Lenguajes de comandos
- Menús de elección
- Formularios
- Lenguaje natural
- Manipulación directa

Así por ejemplo, el uso de lenguajes de comandos requiere más conocimiento en la materia, en tanto los formularios, los sistemas de preguntas y respuestas y los menús, son más sencillos de usar pero menos flexibles y más lentos.

#### **4.7.2 Modelos de sistemas de recuperación de información geográfica**

En la actualidad existen diversos modelos desarrollados para la recuperación de información, entre los que están el booleano, el vectorial, el probabilístico y otros más avanzados. No obstante su probada eficiencia, sólo algunos de éstos pueden ser aplicados para la recuperación de información geográfica, siendo complementados con algunos otros modelos especialmente diseñados para este tipo de información y sus diversas formas de recuperación.

De acuerdo con Perea Ortega, García Vega, García Cumbreiras y Ureña López<sup>181</sup>, para resolver la tarea de recuperación de información geográfica existe una amplia variedad de enfoques, que van desde aproximaciones simples de recuperación de información sin indexación de términos geográficos, hasta arquitecturas que hacen uso de técnicas de procesamiento del lenguaje natural para extraer localizaciones e información topológica de los documentos y las consultas.

Continuando con estos autores, señalan que algunas de las técnicas usadas en la actualidad incluyen extracción de entidades geográficas, análisis semántico, bases de conocimiento geográfico (como ontologías, tesauros o gazetteers), técnicas de expansión de consultas y desambiguación geográfica.

---

<sup>181</sup> Perea Ortega, J. M.; García Vega, M.; García Cumbreiras, M. A. y Ureña López, L. A. *Sistemas de recuperación de información Geográfica multilingües en CLEF*. Procesamiento del Lenguaje Natural Revista nº 40, marzo de 2008. pp. 129-136. Disponible en: <http://www.sepln.org/revistaSEPLN/revista/40/19p24.pdf> [Consulta: 18-08-2012]

En relación con las principales técnicas utilizadas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) aplicadas a los Sistemas de recuperación de información geográfica, se ha identificado que en la mayoría se realiza un pre-procesamiento, tanto de las colecciones de documentos como a las consultas formuladas. Este análisis lingüístico consiste en aplicar un extractor de raíces (*stemmer*), una lista de palabras sin contenido semántico (*stop-words*) para eliminar las palabras vacías y un reconocedor de entidades de nombre (*Named Entity Recognizer, NER*) para su detección y reconocimiento en cualquier texto.

Según el estudio realizado por Perea Ortega (et. al.)<sup>182</sup>, el *stemmer* más utilizado es el *Porter Stemmer*<sup>183</sup>. También se usa en varios sistemas, pero con menos frecuencia que el anterior, el *Snowball Tartarus*<sup>184</sup>. Con respecto a la lista de *stop-words* para el inglés, la más utilizada ha sido la creada por Salton y Buckley<sup>185</sup>, que consta de 571 palabras. En relación a los reconocedores de entidades más empleados, hay sistemas que han optado por implementar sus propios reconocedores haciendo uso de distintas bases de conocimiento geográficas y tesauros<sup>186</sup>, pero la mayoría han empleado *Lingpipe*<sup>187</sup> como herramienta de Reconocimiento de Entidades.

Según el análisis de los distintos sistemas, es poco habitual utilizar herramientas de etiquetado POS (*Part Of Speech*), aunque algunos sistemas hacen uso de un etiquetador POS estadístico *TnT*. Por último, otra herramienta importante en el ámbito del Procesamiento de Lenguaje Natural son los traductores o sistemas de traducción automática (*Machine Translation, MT*) los cuales apoyan en el desempeño de las búsquedas multilingües.

---

<sup>182</sup> *Ibíd.*

<sup>183</sup> Porter Stemmer Algorithm. Disponible en: <http://tartarus.org/martin/PorterStemmer> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>184</sup> Snowball Tartarus. Disponible en: <http://snowball.tartarus.org> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>185</sup> Stop words. Disponible en: <ftp://ftp.cs.cornell.edu/pub/smart/english.stop> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>186</sup> Ferrés, D. y Rodríguez, H. *TALP at GeoCLEF 2007: Using Terrier with Geographical Knowledge Filtering*. En: Working Notes of the Cross Language Evaluation Forum (CLEF 2007). 19-21 September, Budapest, Hungary.

<sup>187</sup> Lingpipe. Disponible en: <http://www.alias-i.com/lingpipe> [Consulta: 18-08-2012]

En general, la arquitectura de los Sistemas de recuperación de información geográfica parte de un modelo básico de recuperación de información, por tanto, un elemento esencial en todos los sistemas presentados es la herramienta utilizada como motor de búsqueda, estando entre los más utilizados *Lucene*<sup>188</sup>, *Terrier*<sup>189</sup> y algo menos *Lemur*<sup>190</sup>, sin embargo en ocasiones se opta por la implementación de motores de búsqueda propios.

Por otra parte, aún y cuando los acercamientos para georreferenciar documentos textuales se ha investigado, es poco el impacto que se ha tenido en la implementación práctica de ellos, de tal manera que los documentos textuales y los documentos geográficos se siguen manejando por separado. No obstante lo anterior, hay evidencias de proyectos que tratan de unirlos, así por ejemplo está en desarrollo el proyecto de Google para referenciar los contenidos de documentos tradicionales, como libros y novelas, plasmando el desarrollo de la trama sobre mapas que ubiquen al lector los espacios geográficos donde se desarrolla.

En la siguiente ilustración (figura 40) se muestran los tres paradigmas a los que se está haciendo referencia: el primero de ellos es el paradigma de la recuperación de información utilizado en los Sistemas de información geográfica tradicionales, el cual básicamente se enfoca a la codificación espacial, la indexación geográfica y el despliegue de los mapas; el segundo es el paradigma de recuperación de información utilizados en Sistemas de recuperación de información tradicionales, el cual se enfoca a la codificación de los términos, la indexación de las palabras y el despliegue temático; finalmente, el tercero hace referencia al paradigma de la recuperación a través de un sistema denominado GeoVSM<sup>191</sup> en el cual se integran los otros dos paradigmas señalados anteriormente.

Lo que se propuso en éste proyecto es un modelo de recuperación de información que integra el modelo de espacio vectorial y el modelo geográfico para geo-bibliotecas digitales, presentando los principios de indexación de direcciones, la

---

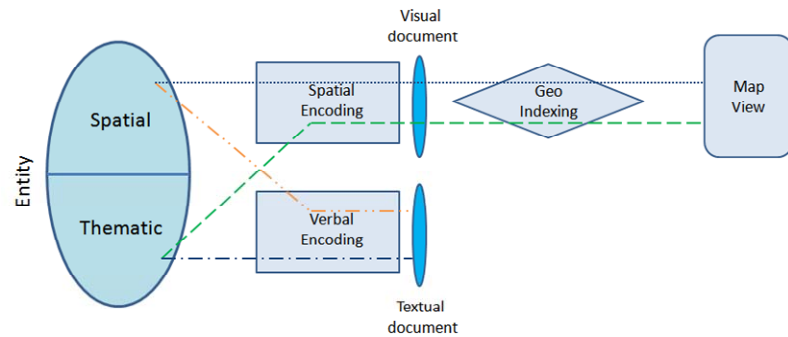
<sup>188</sup> Lucene. Disponible en: <http://lucene.apache.org> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>189</sup> Terrier. Disponible en: <http://ir.dcs.gla.ac.uk/terrier> [Consulta: 18-08-2012]

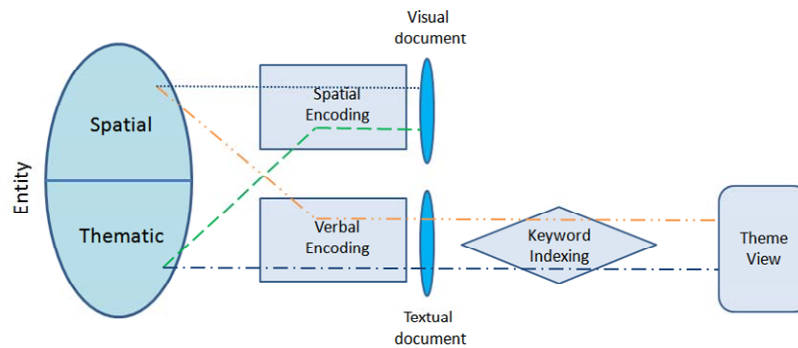
<sup>190</sup> Lemur. Disponible en: <http://www.lemurproject.org> [Consulta: 18-08-2012]

<sup>191</sup> Cai, G. *GeoVSM: An Integrated Retrieval Model For Geographical Information*. Lecture Notes on Computer Science 2478: Geographical Information Science: Second International Conference on GIScience, Boulder, Colorado, September 25-28, 2002. pp. 65-79. Disponible en: <http://spatial.ist.psu.edu/cai/LNCS2478-GeoVSM.pdf> [Consulta: 18-08-2012]

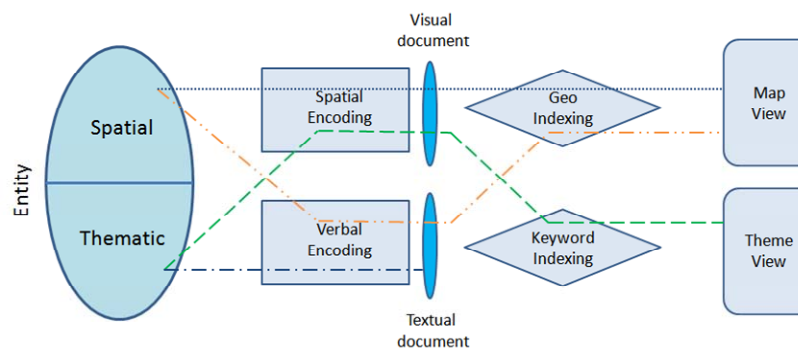
búsqueda y el despliegue de la información geográfica. Así mismo se señala que el modelo es resultado de la sustentación teórica de la cognición espacial y del comportamiento de búsqueda humano de la información y que la codificación dual (indexación de direcciones y de palabras claves a partir de un índice) posibilita la recuperación visual-temática, poniendo sobre la mesa el que la búsqueda de información geográfica es mejor a través de una multi vista integrada, mediante la cual se permita a los usuarios navegar y juzgar la importancia de los documentos de una manera visual e interactiva.



a) El paradigma de recuperación de información utilizado en los Sistemas de Información Geográfica tradicionales



b) El paradigma de recuperación de información utilizados en Sistemas de Recuperación de Información tradicionales



c) El paradigma de recuperación de información utilizados en GeoVSM.

Figura 40. Comparación de tres paradigmas diferentes de recuperación de información geográfica . Cai, G. (2002).

### Modelo geográfico de espacio de documentos



Puesto que la búsqueda basada en la localización es el modo primario de la búsqueda en los Sistemas de información geográfica, los documentos geográficos se representa lo mejor posible ya sea explícitamente o formalmente.

Algunos Sistemas de información geográfica implementan el modelo de espacios geográficos y son capaces de manejar *huellas geográficas* de documentos más exactos como formas geométricas (puntos, líneas, y polígonos) definidas en sistemas coordenados.

El modelo geográfico de espacio de documentos es capaz de procesar arbitrariamente preguntas espaciales complejas: coordina la indexación basada en direcciones y el acceso tiene muchas ventajas en cuanto al manejo de la información geográfica.

La indexación de direcciones espacial basada en coordenadas genera los índices persistentes para los documentos, puesto que una vez que se definen no les afecta cualquier cambio en los topónimos, límites políticos y variaciones lingüísticas.

El espacio temático, por su parte, se representa como capas de hipermapas<sup>192</sup>, en la que cada capa representa los documentos del mismo o de tipos temáticos similares. De esta manera, los textos indexados y otros objetos georreferenciados por coordenadas (tales como fotografías y videos) también permiten el uso del concepto de hipermapa.

El modelo geográfico, como se implementa actualmente en los Sistemas de información geográfica, se diseña y se optimiza especialmente para manejar mapas, imágenes y otros datos geográficos visuales con límites o grados claramente definidos, lo que se busca ahora es la integración de información geográfica que existe en formas textuales.

## 4.8 Motores de búsqueda geográfica

---

<sup>192</sup> Los hipermapas son mapas compuestos de diferentes capas, con la opción de visualizar capas distintas a distintos niveles de zoom, por ejemplo a 300 metros un raster, a 150 metros cambiar automáticamente a una ortofoto, y a partir de 50 metros, un vectorial. Lo anterior con la finalidad de aprovechar las mejores cualidades de cada mapa a determinados niveles de zoom.

La búsqueda de información geográfica es un tanto compleja e integra diversos métodos y técnicas, además de la búsqueda de información en archivos de texto. Lo mismo pasa en su representación y presentación al usuario, pues es preciso tratar de caracterizar la forma del mundo real para ubicarlo en ese contexto.

Bajo este escenario, los motores de búsqueda geográfica en internet aparecen como una alternativa viable para habilitar estos servicios, con el objetivo final de facilitar la búsqueda y recuperación de información geográfica por parte de los usuarios.

En cuanto a la estructura principal que todo motor de búsqueda geográfico necesita, Schwering, A.; Wagner, R. M. & Schneider, B.<sup>193</sup> proponen los siguientes componentes:

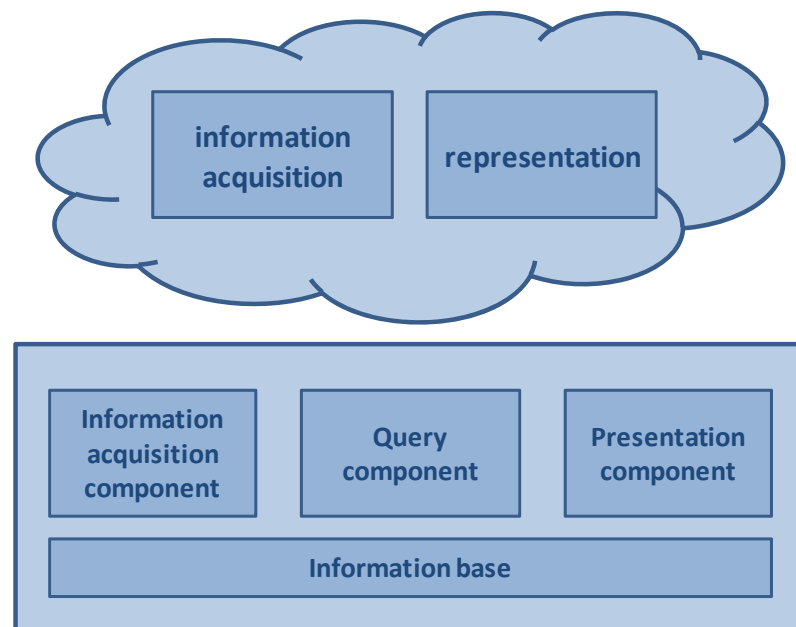


Figura 41. Arquitectura agregada de un motor de búsqueda geográfica.

Schwering, A.; Wagner, R. M. & Schneider, B. (2003).

<sup>193</sup> Schwering, A.; Wagner, R. M. & Schneider, B. *A Geographic Search - Ways to Structure Information on the Web*. 6th AGILE Conference on Geographic Information Science (2003), pp. 577-585. Disponible en: [http://ifgi.uni-muenster.de/~eidueidu/schwering\\_AGILE03.pdf](http://ifgi.uni-muenster.de/~eidueidu/schwering_AGILE03.pdf) [Consulta: 18-08-2012].

La nube en la figura representa la web y en el recuadro de abajo se representan los componentes de un motor de búsqueda geográfico.

Partiendo del componente de adquisición de información geográfica, éste es el mecanismo a través del cual la referencia espacial de los documentos es obtenida y que será usada para guiar la búsqueda. Lo que le seguiría es tener una forma adecuada para representar esta información en el sitio web.

Después de que la referencia espacial se almacena de manera legible por la máquina, el motor de búsqueda puede comenzar a buscar en la web para encontrar recursos y construir una base de datos para las preguntas que responden a las preguntas del usuario. Esta base de datos se llama base de la información. Los resultados de una pregunta en una búsqueda son presentados en la parte de presentación de componentes.

Continuando con estos autores, señalan que existen diferentes métodos para obtener y representar la información espacial que se obtiene de la web, dentro de los cuales están los siguientes:

### **Adquisición Manual a través del ISO 19115**

Para la adquisición manual, el autor del sitio puede registrarlo en la web y a partir de ello utilizar el estándar ISO 19115 para metadatos geográficos, con lo cual es posible insertar la información sobre un área geográfica de manera estandarizada.

Debido a que el estándar ISO es muy amplio y completo, éste método normalmente lo utilizan los usuarios que poseen conocimientos profesionales sobre la temática.

### **Adquisición manual a partir de metadatos.**

Otra manera de obtención de información es a partir del uso de metadatos. Ésta práctica se está haciendo común a través del uso del RDF (*Resource Description Framework - Marco para la Descripción de Recursos*)<sup>194</sup> el cual es un marco de

---

<sup>194</sup> El RDF (*Resource Description Framework / Marco para la Descripción de Recursos*) fue desarrollado por el *World Wide Web Consortium (W3C)*. Se basa en la idea de convertir las declaraciones de los recursos en expresiones con la forma sujeto-predicado-objeto (conocidas en términos RDF como

referencia de metadatos que describe un área espacial y lo almacena en un archivo XML adicional, o integrado dentro de un archivo HTML existente. En cuanto a la codificación de objetos geográficos que usan puntos, líneas y polígonos, se puede utilizar *Geographic Markup Language* (GML) el cual es usado como un *namespace* (repositorio) para el RDF.

Por su parte, el HTML por sí mismo proporciona los elementos META integrados en el encabezado del título de la página web, siendo también posible codificar la metainformación.

La localización se puede hacer a través de la codificación de coordenadas o por una dirección que un geocodificador traduce en coordenadas posteriormente. En tanto que, un robot de búsqueda localiza los sitios en la web y los almacena en la base de datos de la información.

### **Adquisición automática**

La adquisición automática se hace a través de la búsqueda de información geográfica existente. En muchos sitios web la información está señalada o se hace referencia a otro sitio de la web.

El siguiente esquema muestra las diferentes posibilidades que se tienen para la adquisición de información (figura 42).

---

tripletes). El sujeto es el recurso, es decir aquello que se está describiendo. El predicado es la propiedad o relación que se desea establecer acerca del recurso. Por último, el objeto es el valor de la propiedad o el otro recurso con el que se establece la relación. La combinación de RDF con otras herramientas como *RDF Schema* y *OWL (Web Ontology Language)* permiten añadir significado a las páginas y son tecnologías esenciales de la Web semántica.

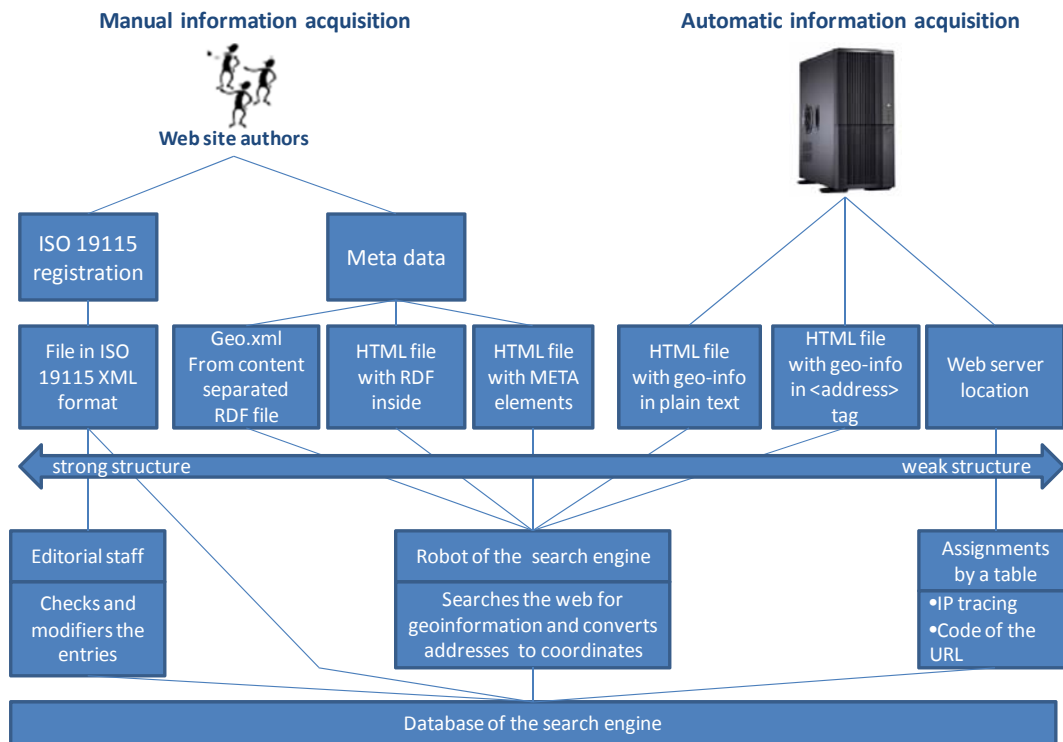


Figura 42. Diferentes formas de adquisición de información geográfica.  
Schwerin, A.; Wagner, R. M. & Schneider, B. (2003).

## Requerimientos para la adquisición de información

En el esquema anterior se presentan varios métodos para poder realizar la adquisición de información. Para poder aplicarlo a los Sistemas de recuperación geográficos se necesitan cumplir con varios requisitos, los cuales son:

1. El método tiene que ser constante para la web, es decir, tiene que ser constante con respecto a la forma de adquisición de la información y la forma de adquisición de la información por el motor de búsqueda. Además se necesita una definición uniforme en cuanto a las referencias espaciales.
2. Tener una buena aceptación en la manera de codificar la información ya que tiene que ser muy fácil y amigable. Estas cualidades dependen de la manera de conseguir la información sobre la web, pero también en la forma de representación.

3. Los métodos deben ser congruentes con la forma en que el motor de búsqueda adquiere la información. Asimismo, es muy importante que el motor de búsqueda pueda conseguir los datos con una velocidad aceptable (buen desempeño), independiente de la cantidad de datos (escalabilidad). Si esto se cumple, la actualidad de los datos puede ser asegurada. En cuanto al mecanismo de codificación, se debe de poder codificar con suficiente exactitud espacial y no debe tener problemas con formatos que cambian o datos que faltan. Por último, la capacidad de mantenimiento y la reutilidad son factores críticos también.

### **Motores de búsqueda geográficos**

Algunos de los principales y más conocidos motores de búsqueda geográficos tienen versiones disponibles en línea, no obstante, en algunos de ellos se hace necesario descargar e instalar las aplicaciones de manera local, con lo que la funcionalidad y disponibilidad de información se incrementa debido a que parte del procesamiento se hace local y lo que se extrae principalmente de la red es la información. Dentro de los motores de búsqueda geográficos más utilizados se encuentran los siguientes:

#### **Bing Maps<sup>195</sup>**

Es un servicio de mapas desarrollado por Microsoft cuyo objetivo principal es ofrece vistas aéreas de los centros metropolitanos de las principales ciudades del mundo, junto con información sobre carreteras y todo tipo de comercios.

Entre los antecesores del servicio de Bing Mapas estuvieron *Live Search Maps*, *Windows Live Maps*, *Windows Live Local* y *MSN Virtual Earth*. Este último fue muy popular pues incluía una aplicación llamada *Locate Me* (Localízame) a través de la cual se determinaba en dónde se encontraba un usuario a través de conexiones a Internet WiFi y la información se presentaba en forma de mapa donde se subrayaba la ubicación del usuario.

---

<sup>195</sup> Bing maps. Disponible en: <http://www.microsoft.com/maps/> [Consulta: 19-08-2012]

## **Google Earth** <sup>196</sup>

Google Earth combina imágenes satelitales, mapas y una base de datos muy completa. Estos elementos permiten al usuario navegar libremente por cualquier lugar de la Tierra, observar detalladamente todos sus territorios y desplegar sobre estos, de manera simultánea, diversos tipos de información geográfica (topográfica, hidrográfica, demográfica, histórica y cultural, entre otros).

Algunas de las características que tiene Google Earth son:

- Visualización de los datos de una manera muy amigable.
- Hay imágenes y datos en 3D y contiene información que representa a la Tierra completa
- Las imágenes aéreas y las basadas en los satélites representa ciudades alrededor del mundo en detalle y con una alta resolución.
- Maneja búsquedas locales para así localizar restaurantes, hoteles, o direcciones, entre otras.
- Google Earth Free tiene disponibles una serie de “Layers” o capas con información que se pueden activar y desactivar simultánea o independientemente, para visualizar diferentes tipos de datos sobre un mismo espacio geográfico.

## **Yahoo Maps** <sup>197</sup>

Tiene datos de ciudades y contiene mapas e imágenes satelitales. Marca recorridos por carretera (dándole origen y destino).

Yahoo Maps tiene una modalidad en la que, por medio de círculos de colores, se puede conocer cómo está el tráfico en ciertas calles, avenidas o carreteras, así como los incidentes en ella. De esta manera, uno puede considerar esta información para crear su mejor ruta de viaje.

---

<sup>196</sup> Google Earth. Disponible en: <http://earth.google.com> [Consulta: 19-08-2012]

<sup>197</sup> Yahoo Maps. Disponible en: <http://maps.yahoo.com/> [Consulta: 19-08-2012]

## **NASA World Wind<sup>198</sup>**

A través de este sistema, el usuario puede interactuar con el planeta seleccionado rotándolo y ampliando zonas. Además se pueden superponer topónimos y fronteras, entre otros datos, a las imágenes. El programa también contiene un módulo para visualizar imágenes de otras fuentes en Internet que usen el protocolo del *Open Geospatial Consortium Web Map Service*. Adicionalmente existen multitudes de ampliaciones para World Wind que aumentan su funcionalidad, como por ejemplo, poder medir distancias u obtener datos de posición desde un GPS.

---

<sup>198</sup> NASA World Wind. Disponible en: <http://worldwind.arc.nasa.gov/java/> [Consulta: 19-08-2012]



## **Capítulo 5. Estándares de datos y metadatos geográficos**

### **5.1 Introducción**

La estandarización de los datos y de los metadatos geográficos hace referencia a la elaboración y aplicación de lineamientos y estrategias que permiten ordenar su producción y difusión, así como el documentar los datos y facilitar su acceso, mejorar la capacidad tecnológica y de gestión de la información, armonizar los sistemas de información de las instituciones, además de posibilitar la compatibilidad de productos y servicios entre sí.

Los *estándares* relacionados con la información geográfica corresponden a conjuntos de recomendaciones, terminologías, procedimientos y definiciones destinadas al uso común y transferencia de datos territoriales con respecto a un tema específico, dirigidas a la obtención de un grado óptimo de orden. El uso de estándares tiene como objetivo, alcanzar un alto grado de interoperabilidad entre los diferentes sistemas y organizaciones mejorando la comunicación entre los diferentes usuarios de información, con el fin último de compatibilizar (no homogeneizar) la información, de manera de compartir y ahorrar esfuerzos, así como reducir los costos, al compartir información. Asimismo, aumenta la utilidad y estabilidad de los productos de información y permite el uso de los datos espaciales para múltiples aplicaciones.

De esta manera, la estandarización tiene como meta el obtener la interoperabilidad de diferentes sistemas de información en ambientes computacionales distribuidos y asignar las responsabilidades de disposición y administración de dichos estándares.

### **5.2 Entidades internacionales de normalización**

Actualmente, las organizaciones mundiales preocupadas por la eficiente gestión de información geográfica, recomiendan a los países que se encuentran desarrollando sus propios sistemas nacionales, el uso de estándares reconocidos internacionalmente para facilitar el intercambio de datos y no generar inferencias en las relaciones comerciales.

Existen dos organismos mundialmente reconocidos que generan estándares relacionados con la información geográfica digital:

- OGC (*Open Geospatial Consortium*), es una organización que trabaja en la definición de especificaciones y estándares abiertos que permitan la interoperabilidad entre diferentes sistemas, así como el intercambio de información geográfica, en beneficio de los usuarios. Cabe señalar que ésta organización anteriormente fue conocida como *Open GIS Consortium*.
- ISO (*International Organisation for Standardisation*), es una organización internacional que tiene como fin promover el desarrollo de normas que faciliten el intercambio internacional de bienes y servicios, así como desarrollar la cooperación en la esfera de actividades intelectuales, científicas, tecnológicas y económicas.

Hay una tercera organización importante en esta temática que es el Comité Federal de Datos Geográficos (*Federal Geographic Data Committee* (FGDC)), la cual es una entidad gubernamental de los Estados Unidos creada en 1990, apoyada por una serie de agencias estatales, universidades y algunas empresas privadas, que promueve el desarrollo, uso, intercambio y diseminación de información geográfica en una base nacional, con influencia hacia el exterior, no obstante, no opera como organización internacional.

### ***Open Geospatial Consortium (OGC)***

En 1993, el *Open GRASS Foundation* (OGF), que es el antecesor del *Open Gis Consortium* (OGC) y del actual *Open Geospatial Consortium* (OGC), propuso una arquitectura de software denominada *Especificación Abierta para la Interoperabilidad de Geodatos* (*Open Geodata Interoperability Specification* - OGIS), la cual buscaba soportar el geoprocesamiento distribuido y la interoperabilidad de datos geográficos en ambientes de red distribuidos.

El proyecto OGIS fue exitoso y fue aceptado tanto por agencias federales, como organizaciones comerciales. Posteriormente, en 1994, el *Open GRASS*

*Foundation* (OGF) se reorganizó y se transformó en el *Open GIS Consortium*, al cual se incorporaron miembros de la industria y de la academia.

A partir de la integración anterior, se generó una nueva especificación denominada *OpenGIS*, la cual definía un marco de trabajo de software para acceso a datos geográficos y recursos de geoprocésamiento<sup>199</sup>. Adicionalmente incorporó una serie de especificaciones para diversas plataformas de cómputo distribuido, tales como CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), OLE/COM (*Object Linking and Embedding / Component Object Model*), SQL (*Structured Query Language*) y Java.

Las especificaciones *OpenGIS* se presentaban a través de ocho niveles de abstracción, definiendo características para el diseño de modelos de datos geográficos y servicios. Asimismo, estas especificaciones se centraban en el intercambio de información y en el préstamo de los servicios geoespaciales, los cuales se desarrollaron a partir de 16 temas principales que se presentan en la siguiente tabla (Figura 43):

	Tema	Fines de la tecnología
Tema 0	Presentación	
Tema 1	Geometría de los elementos	Prerrequisitos para el intercambio de información geoespacial
Tema 2	Sistemas de referencia espacial	
Tema 3	Geometría posicional	
Tema 4	Funciones de almacenamiento e interpolación	
Tema 5	Elementos OpenGIS y colecciones	Intercambio de Información geoespacial
Tema 6	Tipos de coberturas	
Tema 7	Imágenes de la Tierra	
Tema 8	Relaciones entre elementos	
Tema 9	Calidad	Información teórica del contenido
Tema 10	Transferencia de tecnología	
Tema 11	Metadatos	Prerrequisitos para el intercambio de información geoespacial
Tema 12	Arquitectura de servicios OpenGIS	Préstamo de servicios geoespaciales
Tema 13	Servicios de catalogación	
Tema 14	Comunidad semántica y de información	Información teórica del contenido

<sup>199</sup> Buehler, K. y McKee, L. (Eds). *The OpenGIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing and the OpenGIS Specification*. Wayland, Massachusetts, Open Gis Consortium, 1998. En: Peng, Z. R. y Tsou, M. H. *Internet GIS*. John Wiley & Sons. New Jersey, 2003.

Tema 15	Servicios de explotación de imágenes	Soporte para explotación de imágenes, incluyendo precisión, medidas del terreno, posición y dimensiones del objeto.
Tema 16	Servicios de transformación de coordenadas de imágenes	Descripción de servicios para transformaciones de la posición de la imagen.

Figura 43. Contenido de la especificación OpenGis (Versión 4, 1999).  
Peng, Z. R. y Tsou, M. H. (2003). p. 259

Bajo el esquema anterior se crearon diversos grupos de trabajo, los cuales, a partir de sus trabajos de investigación, sus conocimientos y experiencias, llevaron a cabo el desarrollo de diferentes productos, que van desde modelos conceptuales, hasta especificaciones y estándares en torno a estas temáticas<sup>200</sup>. Entre las especificaciones más importantes surgidas en la OGC están las siguientes:

- *Especificación abstracta de OGC (OGC Abstract Specification)*, la cual proporciona un modelo de referencia para el desarrollo de los estándares de OGC<sup>201</sup>.
- *Modelo de referencia de OGC (ORM)*, en el cual se establece el marco de referencia para el trabajo al interior de ésta organización, incluyendo la forma en cómo se revisan y aprueban los estándares del OGC.

En relación a las implementaciones más importantes hechas por el OGC están:

- *Servidores Web de Mapas (Web Map Server – WMS)*. La primera versión de WMS (1.0.0) fue creada en el 2000 y soportaba la interoperabilidad de servidores de mapas simples y clientes, pero no el acceso a elementos a partir de direcciones completas, coberturas, dimensiones o algunos otros tipos de servicios de procesamiento geográfico. No obstante, en el 2001 surgió una segunda versión del WMS (1.1.0) la cual se mejoró considerablemente y diversos proveedores la tomaron, como fue el caso de ESRI, Intergraph y Autodesk, quienes a continuación iniciaron el desarrollo de

<sup>200</sup> Los estándares y los documentos de soporte desarrollados por el *Open Geospatial Consortium* se encuentran disponibles sin costo en su sitio web y pueden ser revisados a partir de la lista ubicada en la dirección: <http://www.opengeospatial.org/standards/is>

<sup>201</sup> Open Geospatial Consortium (OGC). *OGC Abstract Specifications. Version 5*. Disponible en: <http://www.opengeospatial.org/standards/as> [Consulta: 19-08-2012].

una nueva versión a la cual denominaron Servidores de Mapas en Internet (*Internet Map Server - IMS*).

- *Lenguaje de Marcado Geográfico (Geographic Markup Language - GML)*. Es un esquema de codificación XML (*eXtensible Markup Language*) propuesto para el transporte y almacenamiento de información geográfica. La versión 1.0 también fue desarrollada en el 2000 y se incluyó la especificación en formato XML para las propiedades espaciales y no espaciales de los elementos. No obstante, esta versión quedó como recomendación en papel. La versión 2.0 llegó a ser una especificación de implementación, en la cual se definió la sintaxis del esquema XML, los mecanismos y diversas convenciones para su almacenamiento<sup>202</sup>.
- *Servicio de entidades vectoriales (Web Feature Service - WFS)*. Produce y transporta entidades gráficas vectoriales de información en Bases de Datos espaciales. Este estándar internacional define un "dato espacial" como una representación de la información geográfica vectorial en forma de un archivo de trazos o vectores convenientes para la exhibición en una pantalla de computadora. Un dato espacial WFS no consiste en los propios datos, sino en los vectores e información alfanumérica de la fuente. Los mapas producidos por WFS se generan dinámicamente un formato vectorial XML (*GML, Geographic MarkUP Language*), o con formato SVG (*Scalable Vector Graphics*), que proporciona la información relativa a la entidad almacenada en una capa vectorial (cobertura) que reúnen las características formuladas en la consulta.
- *Servicio de Cobertura Web (Web Coverage Service - WCS)*. Produce Datos espaciales interoperables y utilizables en software de Sistemas de información geográfica sin conexión a red. Genera de forma dinámica los formatos propietarios o libres de archivos secuenciales utilizados por cada fabricante de software de Sistemas de información geográfica desde la fuente. Este estándar internacional define un "cobertura" como una representación de la información geográfica en forma de un archivo nativo igual al de la fuente, conveniente para la exhibición solo del área geográfica

---

<sup>202</sup> Para mayor información sobre estos temas se recomienda consultar la página del Consorcio OpenGIS en el apartado correspondiente. Por ejemplo, para GML: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml> [Consulta: 19-18-2012]

específica solicitada. Los mapas producidos por WCS se generan dinámicamente en formatos de datos de software de Sistemas de información geográfica, como Vectores (SHP de ESRI, TAB de MapINFO, GML Libre, KML de Google) y de imagen como JPG 2000, IMG, LAN o ECW.

- Servicio de Catálogo Web (*Web Catalogue Service* - CSW). Define interfaces comunes para el descubrimiento, presentación y consulta de metadatos de datos, servicios y otros recursos potenciales.
- *Keyhole Markup Language (KML)*. Es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones.

### **ISO / TC 211 y sus estándares**

ISO/TC 211 es el comité técnico que trabaja la parte de información geográfica o Geomática y se encarga de desarrollar éstos estándares en coordinación con otros comités técnicos de ISO relacionados con tecnologías de información<sup>203</sup>.

La serie de estándares internacionales que se han trabajado dentro del ISO/TC 211 corresponden al rango del 19101 al 19145. El estándar de información geográfica (formalmente conocido como el estándar ISO 15046) especifica los métodos, herramientas y servicios para la administración de los datos, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de datos geoespaciales en formatos digitales entre usuarios, sistemas y diferentes ubicaciones.

Asimismo, el estándar ISO propone un marco de referencia para la descripción y administración de la información y los servicios geográficos. El principal objetivo de estos estándares es *incrementar el entendimiento y uso de la información geográfica; incrementar la disponibilidad, acceso, integración e intercambio de información geográfica; promover el uso eficiente, efectivo y económico de la información geográfica digital, asociado con los equipos (hardware), los programas y sistemas*

---

<sup>203</sup> ISO/TC 211 *Geographic Information/Geomatics*. Disponible en: <http://www.isotc211.org/> [Consulta: 19-08-2012]

(software); y contribuir al estudio integral de problemas ecológicos y humanos globales.”<sup>204</sup>

El marco de referencia del estándar ISO está basado en cinco áreas principales, dentro de las cuales se incorporan conceptos de tecnologías de información:

1. *El marco y modelo de referencia.* Identifica cuales componentes son los que se conjuntan. Asimismo, el modelo de referencia provee una base común para el intercambio de datos y comunicación.
2. *Servicios de información geográfica.* Define la codificación de información en los formatos de transferencia y la metodología para la presentación cartográfica de la información geográfica. Los servicios incluyen posicionamiento satelital y sistemas de navegación.
3. *Administración de datos.* Se enfoca a la descripción de principios y procedimientos para la evaluación de la calidad de la información geográfica. La administración de datos también incluye la descripción de metadatos, junto con los elementos catalogados.
4. *Modelos de datos y operadores.* Están relacionados con la geometría del globo terráqueo y cómo los elementos geográficos o espaciales deben ser modelados (tales como puntos, líneas, superficies y volúmenes).
5. *Perfiles y estándares funcionales.* Consideran técnicas para poner juntos paquetes o subconjuntos de datos de áreas específicas para aplicaciones de usuarios individuales. Por ejemplo, diferentes países pueden tener diferentes perfiles para su propia información geoespacial en vista a permitir la rápida implementación y el uso extendido de la información en diferentes ambientes de usuarios.

Basados en este marco de referencia, en el ISO/TC 211 se crearon cinco grupos de trabajo, dentro de los cuales se estudian los diversos aspectos señalados:

Grupo 1. Se encarga del marco de trabajo y del modelo de referencia, así como de la descripción general, la definición de la terminología a emplear, un esquema conceptual del lenguaje y los métodos de conformación de las pruebas o evaluaciones.

---

<sup>204</sup> ISO/TC 211/WG 1. (1998). *Geographic Information – Part 1: Reference Model*. ISO/TC 211-N623. ISO/CD 15046-1.2 En: PENG, Z. R. & TSOU, M. H. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

Grupo 2. Se enfoca a los modelos de datos geográficos y sus operaciones, dentro de los cuales se incluyen los esquemas espaciales y temporales de la información geográfica, las reglas para la aplicación de los esquemas, la clasificación de los objetos geográficos y sus relaciones, además de los operadores espaciales para el acceso, consulta, administración y procesamiento de la información geográfica.

Grupo 3. Se encarga de la administración de los datos geográficos, incluyendo: la metodología para la catalogación de los elementos; las guías para la referenciación espacial por coordenadas (referencia geodésica) e identificadores geográficos (referencias espaciales indirectas); los principios y métodos de evaluación de la calidad de los datos geográficos; y la definición del esquema de metadatos.

Grupo 4. Trabaja en lo referente a los servicios geoespaciales, incluyendo: servicios de posicionamiento; definición de la representación y codificación de las reglas para la información geográfica; las interfaces de servicio; y las especificaciones del modelo de sistemas abiertos.

Grupo 5. Se enfoca en los perfiles y funcionalidad de los estándares, así como en las guías para futuros desarrollos de estándares relacionados con la familia ISO/TC 211.

Dentro de los diferentes proyectos relacionados con el estándar de información geográfica se encuentran los siguientes:

Código	Nombre en castellano
6709	Representación estándar de posiciones geográficas en función a latitud, longitud y altitud
19101	Modelo de referencia
19101-2	Modelo de referencia – Imágenes
19103	Lenguaje conceptual del esquema o proyecto
19104	Terminología introductoria
19105	Conformación y pruebas
19106	Perfiles
19107	Esquema espacial



19108	Esquema temporal
19109	Reglas para los esquemas de las aplicaciones
19110	Metodología para catalogar las capas de información
19111	Referencia espacial por coordenadas
19112	Identificación por nombres geográficos
19113	Principios de calidad
19114	Procedimientos para la evaluación de la calidad
19115	Metadatos para datos
19116	Metadatos - Extensiones para imágenes y datos en formato raster
19117	Descripción/ Representación
19118	Codificación
19119	Metadatos para servicios
19120	Estándares funcionales
19121	Imágenes y datos en formato raster
19122	calificación y certificación del personal
19123	Esquema para coberturas geométricas y funciones
19124	Componentes de imágenes y datos raster
19125-1	Acceso sencillo a datos - Arquitectura común
19125-2	Acceso sencillo a características - Arquitectura entorno SQL
19126	Perfil - Diccionario de datos FACC (Feature and Attribute Coding Catalog)
19127	Códigos y parámetros geodésicos
19128	Servicios de Mapas para Web – WMS
19129	Estructura de datos raster, imágenes y cobertura
19130	Sensores y modelo de datos para imágenes y datos raster
19131	Especificaciones de los datos los productos generados
19132	Servicios basados en posicionamiento - Modelo de referencia
19133	Servicios basados en posicionamiento - Seguimiento y navegación
19134	Servicios multimodales basados en localización para ruteo y navegación
19135	Procedimientos para el registro de información geográfica

19136	Lenguaje de marcado geográfico
19137	Perfiles básicos para estructuras geográficas
19138	Medición de calidad de los datos
19139	Metadatos - Especificaciones para su implementación
19141	Estructura para elementos móviles
19142	Características de los Servicios WEB
19143	Codificación de filtros
19144-1	Estructura para la clasificación de sistemas
19144-2	Sistema para la clasificación de coberturas de uso de suelo (Land Cover and Classification System)
19145	Registro de puntos que representan una localización geográfica

*Figura 44. Estándares de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) relacionados con la Información Geográfica.*

## **Comparación entre el OGC y la ISO/TC211**

En términos generales, ISO es una organización internacional y sus miembros son principalmente del sector público. En contraparte, los miembros del OGC son principalmente del sector privado, incluyendo desarrolladores de software comercial y compañías de Sistemas de información geográfica, tales como ESRI, ERDAS, Intergraph y AutoDesk.

A principios de 1997, ambas organizaciones decidieron unir sus esfuerzos y conocimientos, e iniciaron el desarrollo una familia consistente de estándares<sup>205</sup>. Asimismo, ambas han continuado tratando de armonizar sus trabajos colectivos, modelos y estándares.

En cuanto a los contenidos de las especificaciones del OpenGIS y de los estándares de la ISO, hay semejanzas significativas, pero se adoptan diferentes marcos de trabajo en sus modelos y arquitecturas.

<sup>205</sup> Rowley, J. (1998). Draft Business Case for the Harmonisation between ISO/TC 211 and OpenGis Consortium, Inc. Resolution 47. ISO/TC 211-N472 En: PENG, Z. R. & TSOU, M. H. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

No obstante, aún y cuando sus intereses son diferentes, el avance de cada una de ellas beneficia a la otra y del entendimiento que haya entre ellas dependerá el desarrollo de estas tecnologías. Una manera de avanzar en estos temas ha sido el trabajo colaborativo en materia de la estandarización de metadatos, a través de los cuales, muchas aplicaciones distribuidas de Sistemas de información geográfica son soportadas y que para fines de este trabajo se desarrollan a continuación a detalle.

### **5.3 Metadatos geográficos**

Un metadato es una información que describe entre otras, la calidad, distribución, actualidad y referencia espacial de un conjunto de datos. Muchos especialistas llaman a los metadatos como “datos acerca de los datos”.

Una tendencia reciente que ha sido generada como uno de los frutos de la globalización, lo constituyen los procesos de configuración de mecanismos para compartir información espacial a nivel mundial, especialmente a través del Internet.

#### **5.3.1 Objetivo de los metadatos geográficos**

Un metadato geográfico pretende describir datos espaciales con respuestas al quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo de los datos. Asimismo, ésta información debe trascender para mejorar especialmente los siguientes aspectos:

*Reconocer la disponibilidad:* facilitar al usuario la identificación de la información existente sobre un documento con datos espaciales.

*Identificar el uso de los datos:* facilitar al usuario reconocer si el conjunto de datos se ajusta a un requerimiento específico.

*Facilitar el acceso:* informar sobre la ubicación, tamaño, formato, medio, precio y restricciones de uso con el fin de identificar y adquirir un grupo de datos.

*Facilitar la transferencia:* brindar la información necesaria para utilizar, procesar e intercambiar un conjunto de datos espaciales.

### 5.3.2 Proyección de los metadatos geográficos

Cualquier proyecto de diversa índole (investigación, estudio, tesis, diagnóstico) que involucre información espacial, puede ser documentado mediante un metadato geográfico. Sin embargo, esta información espacial quizá pase desapercibida en el mundo, si el metadato no se divulga.

Los metadatos son información valiosa siempre y cuando estén compilados en bases de datos y disponibles en servicios de consulta de información geográfica o *Clearing Houses*.

Según el Comité Federal de Datos Geográficos (*Federal Geographic Data Committee* (FGDC))<sup>206</sup> de Estados Unidos, un *Clearing House* es una red distribuida de productores y usuarios de datos espaciales que permite encontrar, evaluar y acceder a metadatos y datos geográficos. Normalmente consiste en varios servidores conectados a través de internet, que es la plataforma principal para estas redes, aunque se emplean protocolos especiales de comunicación que no poseen los motores de búsqueda comunes de la red.

A través de los metadatos publicados en los *Clearing Houses*, un usuario en cualquier parte del mundo puede, hasta cierto punto, conocer cuál, cómo y dónde se encuentra información espacial de su interés, siendo los datos provistos por los *Clearing Houses* la base para el desarrollo de las infraestructuras de datos espaciales o geográficos.

### 5.3.3 Estándares de metadatos geográficos

Existen diversos estándares de metadatos geográficos que son amplios en su alcance y uso, los cuales proveen detalle para todos los niveles de metadatos antes mencionados.

---

<sup>206</sup> Federal Geographic Data Committee (FGDC). *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM)*. USA, 1997. En: Groot, R. & McLaughlin, J. *Geospatial Data Infrastructure: concepts, cases and good practice*. Oxford University Press. New York, 2000.

*Estándar de Contenidos para Metadatos Digitales Geoespaciales (Content Standard for Digital Geospatial Metadata),*

El Comité Federal de Datos Geográficos (*Federal Geographic Data Committee* - FGDC) de los Estados Unidos de América, aprobó su Estándar de Contenidos en 1994. Este es un estándar de metadatos espaciales generado para apoyar el desarrollo de su Infraestructura de datos espaciales nacional y ha sido adoptado y ejecutado en los Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido a través del Marco Nacional de Datos Geográficos (*National Geographic Data Framework* (NGDF)). Actualmente lo usa también el Órgano Sudafricano de Descubrimiento de Datos Espaciales, la Red Interamericana de Datos Geoespaciales y otros organismos, incluso en Asia.

*CEN Pre-Standard, adoptado en 1998*

En 1992 el Comité Europeo de Normalización (CEN) creó el comité técnico 287, con responsabilidad para estándares de información geográfica. A partir de ese comité se creó una familia de pre-estándares europeos en los cuales se incluía la leyenda "ENV" (*Euro Norme Voluntaire*) y relacionados con los metadatos geográficos fue el *ENV12657 Información geográfica: Descripción de Datos-Metadatos* su principal aportación, el cual posteriormente se integro dentro del estándar ISO 19115.

ISO TC211 Standard (19115-Committee Draft)

En 1994 la Organización Internacional de Estándares (*International Organization for Standardization* - ISO) creó el comité técnico 211 (ISO/TC211) con responsabilidad para Geoinformación y que desde entonces ha trabajado en el desarrollo de la familia de estándares relacionados. Este proceso ha involucrado a un grupo de trabajo, al comité, anteproyectos de estándares internacionales y finalmente a los estándares. De esta manera, la familia de estándares ISO 191xx corresponden a los metadatos espaciales, y en particular el estándar *ISO 19115 Geographic Information-Metadata* en el cual se espera que todos los estándares existentes converjan.

Actualmente, la mayoría de los estándares existentes tienen ya mucho en común y tras un arduo trabajo, en el estándar ISO se han integrado la mayoría de los requisitos internacionales. De la misma manera, el estándar ISO se ha beneficiado de las experiencias de varias instituciones nacionales y las ejecuciones de sus respectivos estándares asistidas por software de metadatos.

Bajo este escenario, es de resaltar el trabajo realizado por el *Open Geospatial Consortium* (OGC)<sup>207</sup> que se ha comprometido con el esfuerzo cooperativo para crear especificaciones informáticas abiertas en el área del geoprocesamiento, y que en conjunto con la FGDC y el ISO/TC211 han posibilitado la generación de estándares de metadatos espaciales globales<sup>208</sup>.

Estos estándares han tenido diferentes concepciones en relación a qué características hay que incluir, pues mientras un proveedor de datos requiere invertir una gran cantidad de tiempo y recursos para su descripción detallada, un usuario para una investigación preliminar necesitará pocos de ellos. Lo anterior da una idea de que dependiendo de las situaciones se hace necesario definir diferentes niveles de metadatos, debiendo variar de acuerdo con su propósito.

Hay una serie de iniciativas nacionales y regionales que también han generado estándares de metadatos entre las que están las iniciativas gestionadas por el Consejo de Información de la Tierra de Australia y Nueva Zelanda (*The Australian and New Zealand Land Information Council* (ANZLIC)) y proyectos financiados por la Comisión Europea (como el CLEF y el ESMI). Estas iniciativas han seguido planteamientos similares al de promover una serie limitada de metadatos, descritos como *Core Metadatos* (núcleo de metadatos) o *Discovery Metadatos* (metadatos de descubrimiento), que las organizaciones pueden usar como un mínimo para mejorar el conocimiento y accesibilidad de los recursos de datos geoespaciales disponibles.

Cada una de las iniciativas fomenta los estándares y el uso de metadatos de descubrimiento como base para una guía de metadatos. Por su parte, los metadatos de descubrimiento proporcionan suficiente información para que un usuario se asegure de que existen datos adecuados para su propósito y de que puede hacer alguna

---

<sup>207</sup> Open Geospatial Consortium (OGC). Disponible en: <http://www.opengeospatial.org/> [Consulta: 19-08-2012]

<sup>208</sup> En su reunión plenaria en Viena, Austria, en marzo de 1999, el grupo ISO/TC211 acordó la cooperación entre el *OpenGIS Consortium* y el grupo ISO/TC 211 y aceptó los términos de referencia para el grupo de coordinación ISO/TC211/OGC.

referencia a un punto de contacto para obtener más información. Si después del descubrimiento se necesita más detalle de los conjuntos de datos individuales, entonces se requerirán metadatos más generales y más específicos.

No obstante lo anterior, es posible que las organizaciones deseen generar metadatos a niveles diferentes pero complementarios, tales como metadatos de descubrimiento para uso interno y externo, o metadatos más detallados. Para evitar duplicidad de esfuerzos, ha sido indispensable que se señalaran los elementos comunes para ambos casos y esas pautas se han desarrollado reconociendo la importancia de los metadatos más extensivos para la gestión de datos, fomentando asimismo, la adopción de sus estándares.

Finalmente es de señalarse que dada la importancia de los metadatos para la recuperación y el acceso a la información geográfica desde internet, así como la perspectiva del presente trabajo bajo el enfoque de la Documentación, este tema se desarrolla a detalle.

## **5.4 Estructuras de metadatos Geográficos**

Los metadatos geográficos están estructurados por un mínimo de elementos tales como: título, autor, fecha de creación, etc.

Típicamente los elementos que conforman un metadato están definidos por algún estándar, donde los usuarios que deseen compartir metadatos están de acuerdo con un significado preciso de cada elemento.

La estandarización de la información geográfica es el conjunto de especificaciones que integra una descripción rigurosa de los conceptos de la información, utilizados para su representación, organización, almacenamiento, intercambio y análisis con los conceptos de tecnología de la información.

Algunos estándares relacionados con los metadatos geográficos son:

- CSDGM (FGDC – Estados Unidos de América)
- ISO 19115 GI-Metadata

- OpenGIS consortium
- Dublin Core

El estándar de metadatos geográficos desarrollado por el Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC), denominado CSDGM (*Content Standard for Digital Geospatial Metadata*) define la información requerida por los usuarios de información espacial para determinar la disponibilidad del conjunto de datos, su propiedad para un uso determinado, su acceso y su forma de transferencia. El estándar está organizado como una jerarquía de elementos de datos que definen el contenido de información para los metadatos que documentan un conjunto digital de datos geospaciales, permitiendo describir no sólo las capas geográficas, sino también sus entidades y atributos.

ISO 19115:2003 Geographic Information – Metadata (ISO 19115). El primer borrador de trabajo del estándar de metadatos geográficos de ISO, ISO-Draft International Standard 19115, se aprobó en septiembre de 2001. En mayo de 2003 se publicó el estándar definitivo ISO 19115 que define qué informaciones deberían formar parte de los metadatos de la información geográfica, es decir, define el contenido y la estructura de los componentes de metadatos que describen a los conjuntos de datos geospaciales. Actualmente, el ISO/TS 19139 define la implementación de los metadatos como documentos XML, que anteriormente fueron definidos en el esquema XML de la ISO 19115.

OpenGis Consortium (OGC). Esta organización internacional ha desarrollado especificaciones, sobre todo estructurales, de los datos y de los servicios geográficos para conseguir un geoprocesamiento abierto e interoperable. Asimismo, la especificación del *OpenGis Catalog Service* de OGC<sup>209</sup>, establece cómo deben estructurarse e implementarse los servicios de catalogación y de búsqueda de metadatos geospaciales, estableciendo el subconjunto mínimo de metadatos que deben ser interrogables.

---

<sup>209</sup> Nebert, D.; Whiteside, A. & Panagiotis, P. V. *OpenGIS Implementation Specification Version 2.0.2*. Open Geospatial Consortium (OGC, 2007). Disponible en: [https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license\\_agreement.php?suppressHeaders=0&access\\_license\\_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact\\_id=20555](https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=20555) [Consulta: 20-08-2012]



El Dublin Core es un estándar que define un sistema básico de los elementos de metadatos y que se puede utilizar para describir recursos, sobre todo del tipo digital.

#### **5.4.1 Estructura de los metadatos geográficos según el estándar del FGDC**

En forma general, los metadatos geográficos propuestos por el FGDC (*Federal Geographic Data Committee*) son los siguientes:

- Identificación: título, área incluida, temas, actualidad, restricciones, etc.
- Calidad de los datos (\$): precisión, a qué nivel están completos los datos, linaje, etc.
- Organización de los datos espaciales (\*): vector, raster, punto.
- Referencia espacial (\$): proyección, datum, sistemas de coordenadas, etc.
- Entidad y atributos (\$): información acerca de entidades, atributos, dominio de valores de los atributos, etc.
- Distribución: distribuidor (\$): formatos, medios, estatus, precio, etc.
- Referencia de los metadatos: nivel de actualización, institución o persona responsable, etc.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.

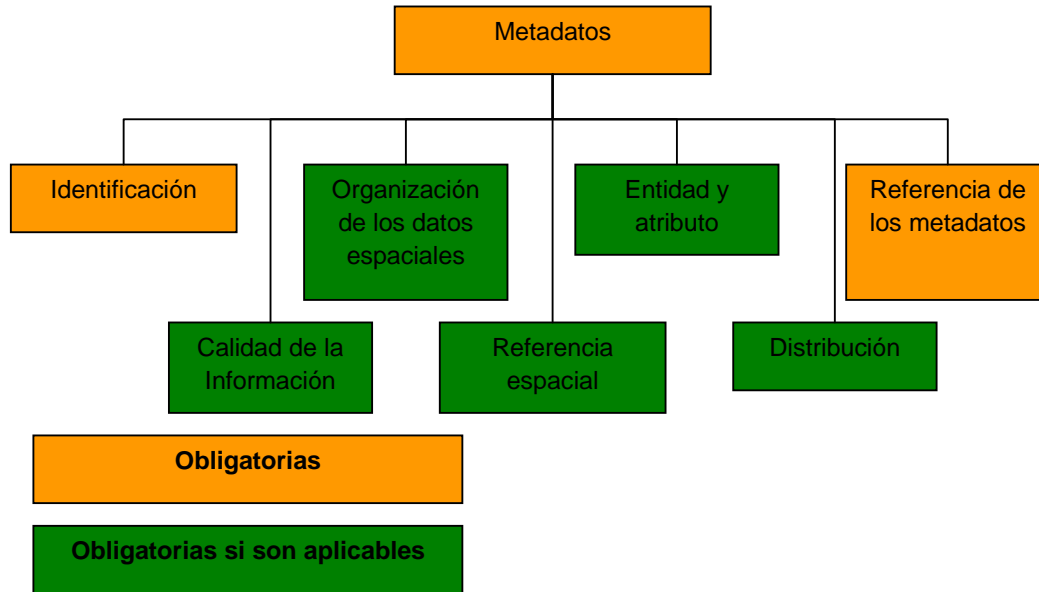


Figura 45. Metadatos espaciales propuestos por el Federal Geographic Data Committee (FGDC).

#### **Información de identificación:**

##### *Cita.*

- Información de la cita.

##### *Descripción.*

- Resumen.
- Propósito.
- Información complementaria (\*).

##### *Periodo de tiempo del contenido.*

- Periodo de tiempo.
- Referencia de actualidad.

##### *Estado Actual.*

- Avance.
- Frecuencia y mantenimiento de actualización.

##### *Dominio Espacial.*

- Coordenadas límite.

1. Límite Oeste.
  2. Límite Este.
  3. Límite Sur.
  4. Límite Norte.
- Conjunto de datos del polígono G. (\*)
    1. G Envolvente G (De 4 a un número ilimitado de parejas de coordenadas). Latitud y Longitud.
    2. Anillo G de exclusión. (De 4 a un número ilimitado de parejas de coordenadas). Latitud y Longitud. (\$)

*Palabras clave.*

- Tema.
  1. Tesauros de palabra clave.
  2. Palabra clave del tema.
- Lugar. (\*)
  1. Tesauros de palabra clave.
  2. Palabra clave de lugar.
- Estrato. (\*)
  1. Tesauros de palabra clave.
  2. Palabra clave del Estrato.
- Temporal. (\*)
  1. Tesauros de palabra clave.
  2. Palabra clave del tiempo.

*Puntos de contacto. (\*)*

- Información del contacto.

*Despliegue gráfico (\*)*

- Ver el nombre de los archivos gráficos.
- Ver la descripción de los archivos gráficos.
- Ver el tipo de archivos gráficos.

*Información de seguridad. (\*)*

- Sistema de clasificación de seguridad.
- Clasificación de seguridad.

- Descripción de la manipulación de seguridad.

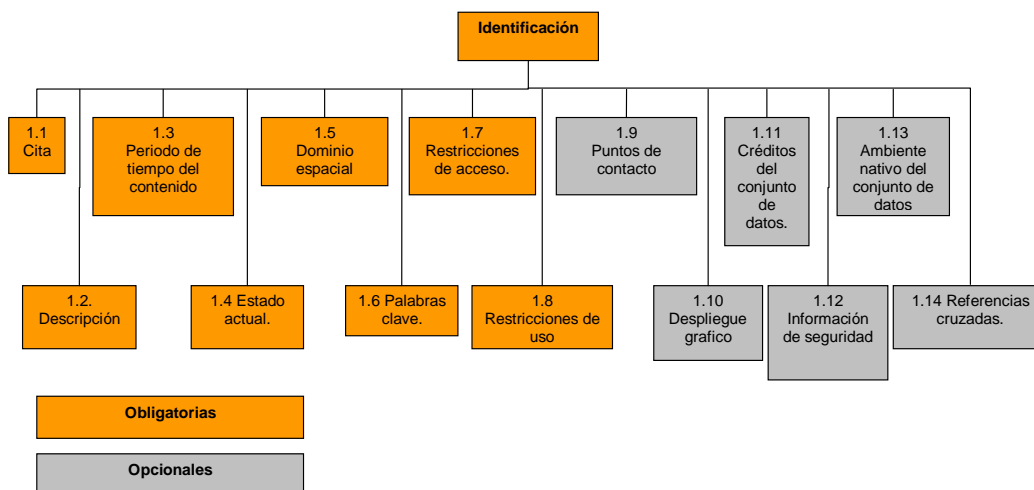
*Referencias cruzadas. (\*)*

- Información de la cita.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.



Obligatorias.- Deben ser proporcionados si no se conoce se debe indicar como Desconocido.  
Opcionales.- Serán proporcionados a discreción del proveedor.

*Figura 46. Información de los metadatos de identificación. FGDC, 1998.*

## ***Información de calidad de los datos:***

### *Precisión de los atributos. (\$)*

- Reporte de precisión de los atributos.
- Evaluación cuantitativa de la precisión de los atributos. (\*)
  1. Valor de la precisión de los atributos.
  2. Explicación de la precisión de los atributos.

### *Precisión posicional. (\$)*

- Precisión posicional horizontal. (\$)
  1. Reporte de la precisión posicional horizontal.
  2. Evaluación cuantitativa de la precisión posicional cuantitativa. (\*)
    - Valor de la precisión posicional horizontal.
    - Explicación de la precisión posicional horizontal.
- Precisión posicional vertical. (\$)
  1. Reporte de la precisión posicional vertical.
  2. Evaluación cuantitativa de la precisión posicional cuantitativa. (\*)
    - Valor de la precisión posicional vertical.
    - Explicación de la precisión posicional vertical.

### *Linaje.*

- Metodología. (\$)
- Información fuente. (\$)
  1. Información fuente.
    - Información de la cita.
  2. Denominador de la escala fuente. (\$)
  3. Tipos de medios de la fuente.
  4. Periodo de tiempo del contador de la fuente.
    - Información del periodo del tiempo.
    - Referencia de actualización de la fuente.
  5. Abreviatura de la fuente citada.
  6. Contribución de la fuente.
- Pasos del proceso.
  1. Descripción del proceso.
  2. Abreviatura de la fuente usada. (\$)

3. Fecha del proceso.
4. Tiempo del proceso. (\*)
5. Abreviatura de la fuente producida. (\$)
6. Contacto del proceso. (\*)
  - Información del contacto.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.

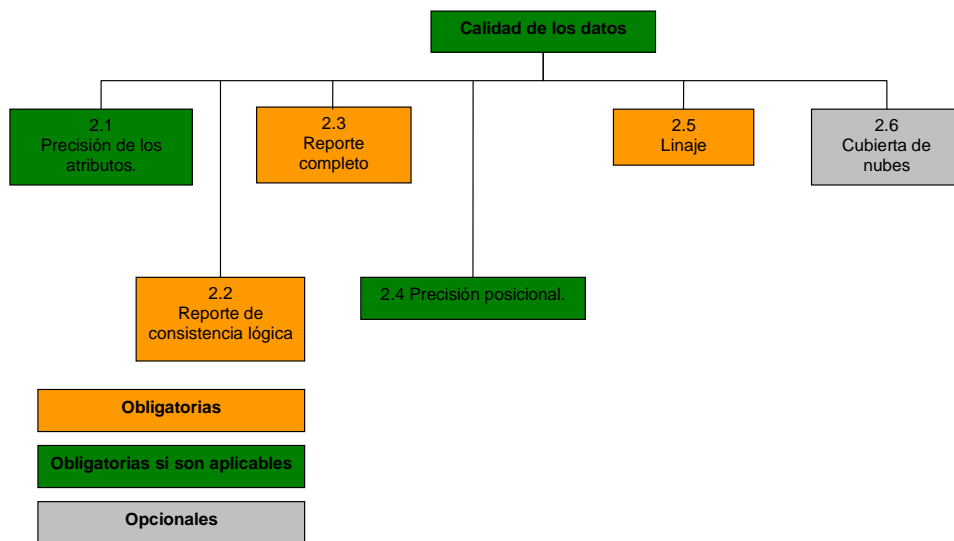


Figura 47. Información de los metadatos de calidad de los datos. FGDC, 1998.

### **Información de la organización de los datos espaciales:**

#### *Información de objetos puntuales y vectoriales.*

- Descripción en términos SDTS.
  1. Objetos puntuales y vectoriales tipo SDTS.
  2. Contabilidad de objetos puntuales y vectoriales. (\*)
- Descripción en términos VPF.
  1. Nivel de topología VPF.
  2. Objetos puntuales y vectoriales tipo VPF.
  3. Contabilidad de objetos puntuales y vectoriales. (\*)

#### *Información de objetos raster.*

- Tipo de objeto raster.
- Contabilidad de renglones.
- Contabilidad de columnas.
- Contabilidad vertical.

#### Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.

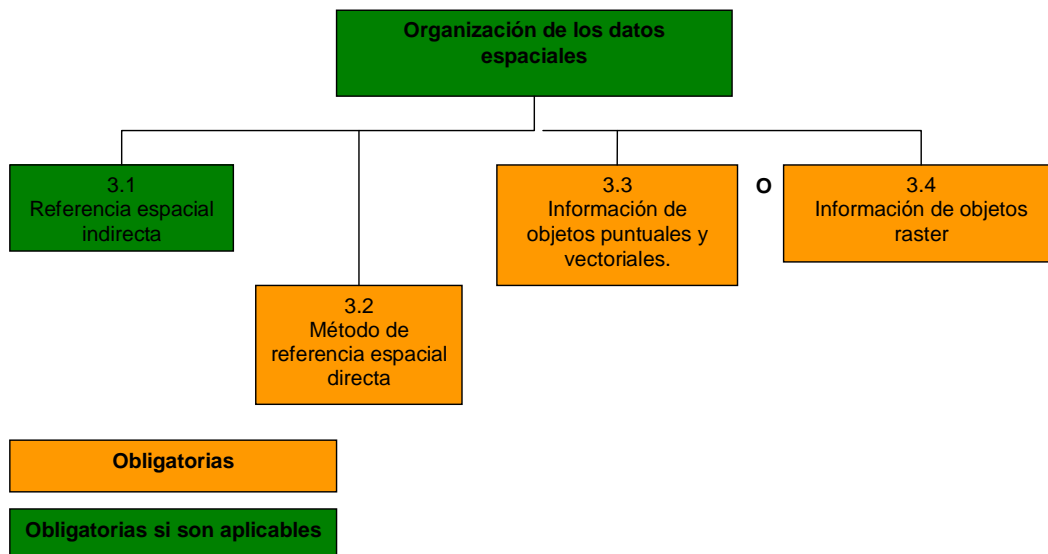


Figura 48. Información de los metadatos de organización de los datos espaciales. FGDC, 1998.

## ***Información de referencia espacial:***

### *Definición del sistema de coordenadas horizontales.*

- *Geográficas.*
  1. Resolución en latitud.
  2. Resolución en longitud.
  3. Unidades de las coordenadas geográficas.
- *Planas.*
  1. Proyección del mapa.
    - Nombre de la proyección.
    - Una de 21 posibles proyecciones. (No más de 6 valores definiendo la proyección dada).
  2. Retícula.
    - Nombre de la retícula.
    - Una de 5 posibles retículas. (No más de 7 valores definiendo la proyección dada).
  3. Planas locales.
    - Descripción del plano local.
    - Información de la georreferencia plana local.
  4. Información de las coordenadas planas.
    - Método de codificación de las coordenadas planas.
    - Representación de las coordenadas.
      1. Resolución de las abscisas.
      2. Resolución de las ordenadas.
    - Distancia y representación de rumbos.
      1. Resolución de distancias.
      2. Resolución de rumbos.
      3. Unidades de rumbo.
      4. Dirección de referencias de rumbos.
      5. Meridiano de referencia de rumbo.
    - Unidades de distancia plana.
- *Planas locales.*
  1. Descripción del plano local.
  2. Información de la georreferencia plana local.
- *Modelo geodésico. (\$)*
  1. Nombre del Datum Horizontal. (\$)
  2. Nombre del elipsoide.



3. Semieje mayor.
4. Denominador de la razón de Aplanamiento.

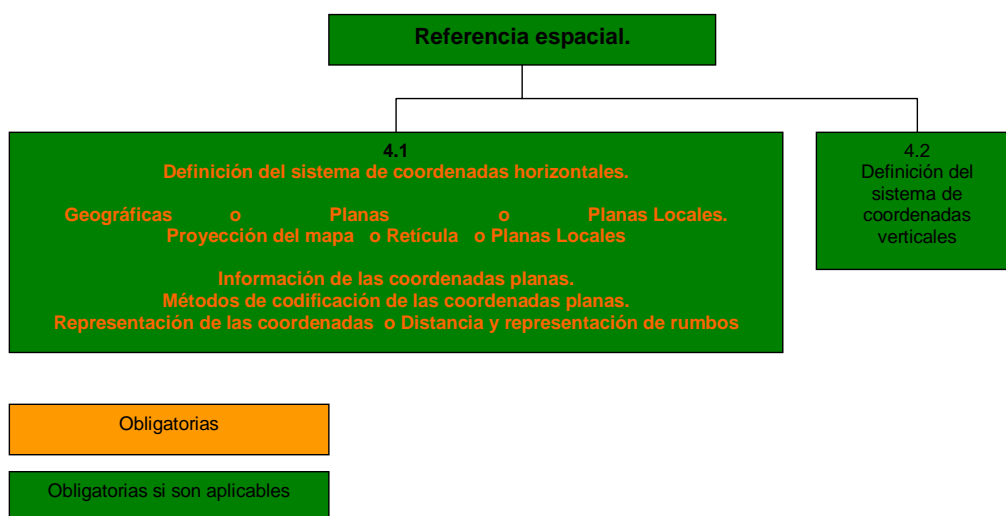
*Definición del sistema de coordenadas verticales.*

- Definición del sistema de altitudes. (\$)
  1. Nombre del Datum vertical.
  2. Resolución de la altitud.
  3. Unidades de distancia en altitud.
  4. Método de codificación de altitudes.
- Definición del sistema de profundidades. (\$)
  1. Nombre del Datum de profundidad.
  2. Resolución de la profundidad.
  3. Unidades de distancia en profundidad.
  4. Método de codificación de profundidad.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.



*Figura 49. Información de los metadatos de referencia espacial. FGDC, 1998*

## **Información de entidad y atributos:**

### *Descripción detallada.*

- Tipo de entidad.
  1. Etiqueta del tipo de entidad.
  2. Definición del tipo de entidad.
  3. Fuente de la definición del tipo de entidad.
  
- Atributo. \$
  1. Etiqueta del atributo.
  2. Definición del atributo.
  3. Fuente de la definición del atributo.
  4. Dominio de valores del atributo.
    - a. Dominio Nominal.
      - i. Valor del dominio nominal.
      - ii. Definición del valor del dominio nominal.
      - iii. Fuente de la definición del valor del dominio nominal.
      - iv. Atributo. (\$)
    - b. Rango.
      - i. Mínimo del rango.
      - ii. Máximo del rango.
      - iii. Atributo. (\$)
    - c. Dominio codificado.
      - i. Nombre del código.
      - ii. Fuente del código.
    - d. Dominio no representable.
  5. Unidades de medida del atributo. (\$)
  6. Resolución de la medida del atributo. (\*)
    - a. Fecha inicial de los valores del atributo.
    - b. Fecha de terminación de los valores del atributo. (\$)
  7. Información de la precisión de los valores de los atributos. (\*)
    - a. Precisión de los valores de los atributos.
    - b. Explicación de la precisión de los valores del atributo.
  8. Frecuencia de la medición de los atributos. (\*)

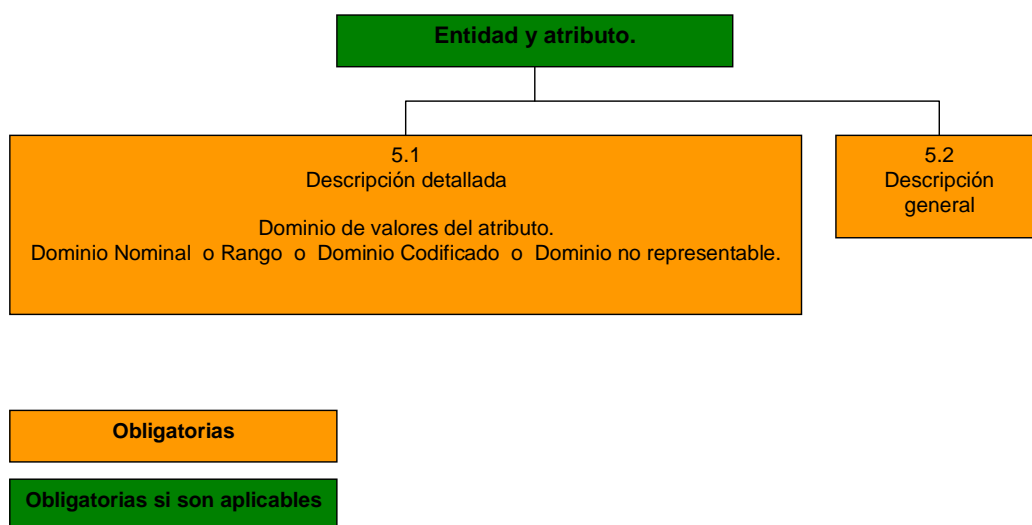
### *Descripción general.*

- Descripción general de entidades y atributos.
- Cita detallada de entidades y atributos.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.



*Figura 50. Información de los metadatos de entidad y atributos. FGDC, 1998*

## ***Información de distribución:***

### *Distribuidor.*

- Información del contacto.

### *Procesos de pedidos estándar*

- Formato no digital.
- Formato digital.
  1. Información de la transferencia digital.
    - a. Nombre del formato.
    - b. Número de versión del formato o Fecha de versión del formato.
    - c. Especificación del formato. (\*)
    - d. Contenido de la información del formato. (\*)
    - e. Técnica de descompresión del archivo. (\$)
    - f. Tamaño de la transferencia.
  2. Opciones de la transferencia digital.
    - a. Opciones en línea.
      - Información de la computadora contacto.
        - Dirección en la red.
          - Nombre del recurso en la red.
        - Instrucciones de sincronización.
          - Valor mínimo de bits por segundo.
          - Valor máximo de bits por segundo. (\$)
          - Número de bits del dato.
          - Numero de bits de alto.
          - Paridad.
          - Soporte de compresión. (\$)
          - Número telefónico.
          - Nombre del archivo.
      - Instrucciones de acceso. (\*)
      - Computadora y sistema operativo en línea.
  - b. Opción fuera de línea.
    - Medio fuera de línea.
    - Capacidad de grabación. (\$)
      - Densidad de grabación.

- Unidades de densidad de grabación.
  - Formato de grabación.
  - Información de compatibilidad. (\$)
3. Pagos.
  4. Instrucción para realizar pedidos. (\*)
  5. Tiempo de respuesta.

*Periodo de tiempo disponible.*

- Información del tiempo de disponibilidad.

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.

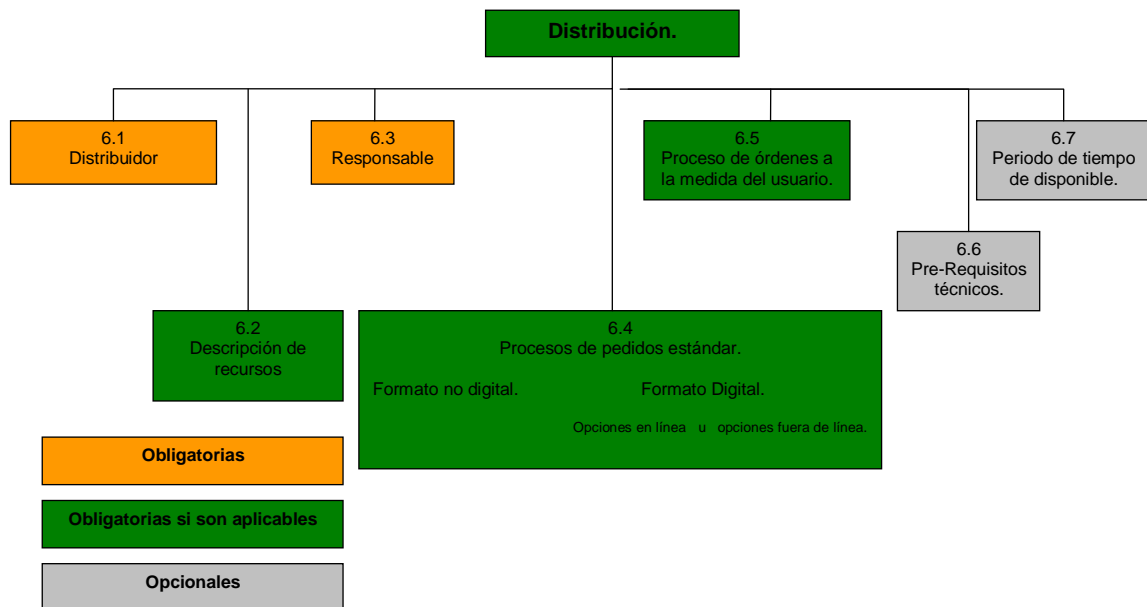


Figura 51. Información de los metadatos de distribución. FGDC, 1998

### **Información de la referencia de los metadatos:**

#### *Contacto para el metadato.*

- Información del contacto.

#### *Información de seguridad del metadato.*

- Sistema de clasificación de seguridad del metadato.
- Clasificación de seguridad del metadato.
- Descripción de seguridad para el manejo del metadato.

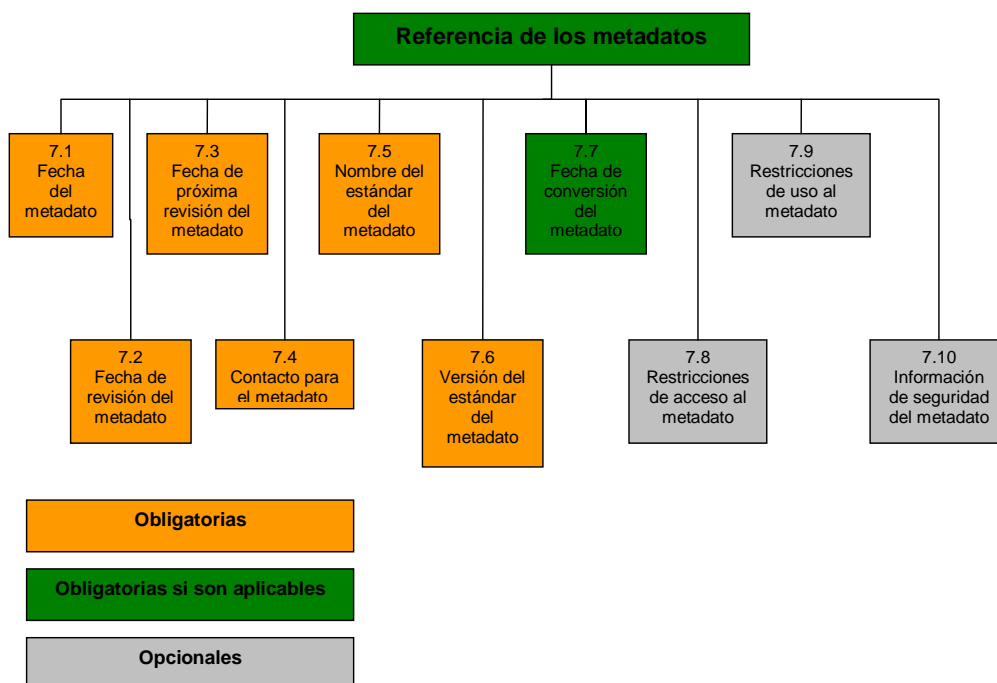


Figura 52. Información de la referencia de los metadatos. FGDC, 1998

## ***Información de secciones de soporte:***

### **Información de cita.**

- Originador.
- Fecha de publicación.
- Hora de publicación. (\*)
- Título.
- Edición. (\$)
- Forma de representación de los datos geoespaciales. (\$)
- Información de la serie. (\$)
  - Nombre de la serie.
  - Identificación del número.
- Información de la publicación. (\$)
  - Lugar de publicación.
  - Publicado por.
- Otros detalles de la cita. (\$)
- Liga en línea. (\*)
- Cita Amplia del trabajo. (\$)
  - Información de la cita.

### **Información del periodo del tiempo.**

- Fecha/Hora únicos.
  - Día del calendario.
  - Hora del día. (\*)
- Fechas/Horas múltiples.
  - Día del calendario.
  - Hora del día. (\*)
- Rango de Fechas/Horas.
  - Fecha de inicio.
  - Hora de inicio. (\*)
  - Fecha de terminación.
  - Hora de terminación. (\*)

### **Información del contacto.**

- Contacto personal primario.
  - Nombre de la persona.
  - Nombre de la organización. (\*)

- Contacto Organizacional primario.
  - Nombre de la organización.
  - Persona de contacto. (\*)
  - Posición de contacto.
- Dirección de contacto.
  - Tipo de dirección.
  - Dirección. (\$)
  - Ciudad.
  - Estado o provincia.
  - Código Postal.
  - País. (\*)
- Teléfono para contacto por voz.
- Teléfono para contacto por TDD/TTY. (\*)
- Teléfono para fax. (\*)
- Dirección de correo electrónico de contacto. (\*)
- Horario de servicio. (\*)
- Instrucciones de contacto. (\*)

Simbología:

(\*) Opcionales.

(\$) Los elementos son obligatorios si son aplicables y deben proporcionarse si los conjuntos de datos presentan las características definidas por el elemento.



### 5.4.2 Estructura de los metadatos geográficos según el estándar ISO 19115:2003

Esta norma de metadatos es amplia y compleja, incluye una larga serie de elementos de metadatos, unos obligatorios y otros opcionales. Asimismo, proporciona un modelo para describir información geográfica y servicios, además de establecer la terminología, definiciones y procedimientos de ampliación para metadatos.

Como complemento a esta Norma, existe una segunda parte *ISO 19115-2:2009. Geographic Information - Metadata for imagery and gridded data*, que es una extensión para imágenes y datos raster. Adicionalmente, existe la *Especificación Técnica 19139 Geographic Information –Metadata- XML schema implementation*, que proporciona un mecanismo para volcar el contenido de los metadatos definidos de acuerdo a ISO19115 en XML.

De acuerdo con la Norma ISO 19115<sup>210</sup>, los metadatos para datos geográficos se presentan mediante paquetes UML (*Unified Modelling Language*). Cada paquete contiene una o más entidades (denominadas clases UML), que pueden ser especificadas (*subclasssed*) o generalizadas (*superclasssed*). Asimismo, las entidades contienen elementos (atributos de clases UML) que identifican las unidades o ítems discretos de metadatos, con la posibilidad de que una entidad pueda estar relacionada con una o más entidades y que éstas sean agregadas y repetirse cuando sea necesario para satisfacer:

1. Los requerimientos obligatorios establecidos en esta Norma Internacional;
2. Los requerimientos adicionales de los usuarios.

La siguiente imagen (figura 52) ilustra la disposición de los paquetes. Los metadatos se especifican en su totalidad en los diagramas del modelo UML y en los diccionarios de datos para cada paquete.

---

<sup>210</sup> International Organization for Standardization - ISO / TC 211 Geographic Information/Geomatics. (2010). *Guía de Normas*. Edición en Español. Grupo Consultivo de Desarrollo, ISO/TC 211. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. pp. 61-63 Disponible en: [http://www.isotc211.org/Outreach/ISO\\_TC\\_211\\_Standards\\_Guide\\_Spanish.pdf](http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Spanish.pdf) [Consulta: 20-08-2012]

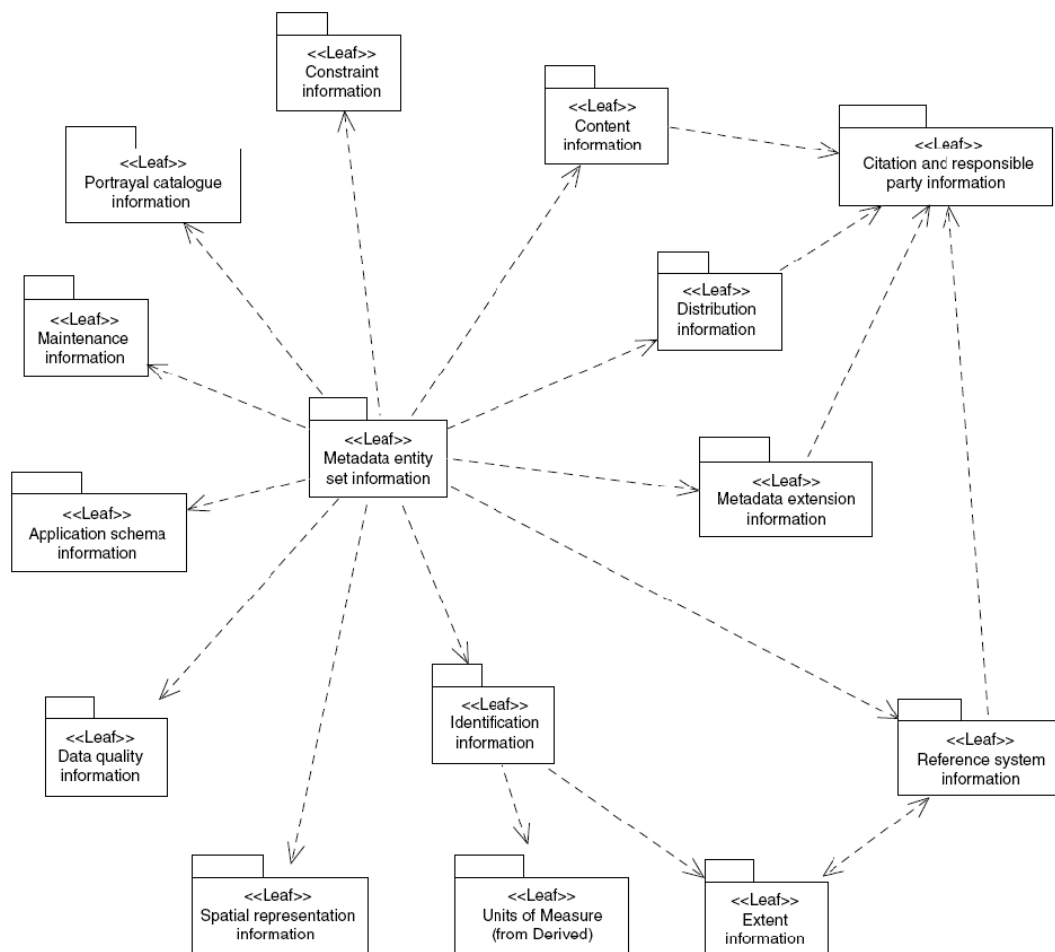


Figura 53. Paquete de metadatos y relaciones entre entidades en la norma ISO 19115:2003.  
ISO/TC 211, 2003

Componentes básicos:

La Norma presenta un núcleo de metadatos, entendiéndose por éste, el conjunto de metadatos mínimos que se requieren para describir un conjunto de datos geográficos, los cuales se muestran en la siguiente imagen (figura 53) y se describen a continuación:

<b>Título de conjunto de datos (M)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.title)	<b>Tipo de representación espacial (O)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialRepresentationType)
<b>Fecha de referencia del conjunto de datos (M)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.citation > CI_Citation.date)	<b>Sistema de referencia (O)</b> (MD_Metadata > MD_ReferenceSystem)
<b>Responsable del conjunto de datos (O)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.pointOfContact > CI_ResponsibleParty)	<b>Linaje (O)</b> (MD_Metadata > DQ_DataQuality.lineage > LI_Lineage)
<b>Localización geográfica del conjunto de datos (por cuatro coordenadas o por identificador geográfico) (C)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_GeographicExtent > EX_GeographicBoundingBox or EX_GeographicDescription )	<b>Recurso en línea (O)</b> (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_DigitalTransferOption.onLine > CI_OnlineResource)
<b>Lenguaje del conjunto de datos (M)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.language)	<b>Identificador del archivo de metadato (O)</b> (MD_Metadata.fileIdentifier)
<b>Conjunto de caracteres del conjunto de datos (C)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.characterSet)	<b>Nombre general del metadato (O)</b> (MD_Metadata.metadataStandardName)
<b>Categoría del tema del conjunto de datos (M)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.topicCategory)	<b>Versión estándar de metadato (O)</b> (MD_Metadata.metadataStandardVersion)
<b>Resolución espacial del conjunto de datos (O)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.spatialResolution > MD_Resolution.equivalentScale or MD_Resolution.distance)	<b>Lenguaje del metadato (C)</b> (MD_Metadata.language)
<b>Descripción abstracta del conjunto de datos (M)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.abstract)	<b>Conjunto de caracteres del metadato (C)</b> (MD_Metadata.characterSet)
<b>Formato de distribución (O)</b> (MD_Metadata > MD_Distribution > MD_Format.name and MD_Format.version)	<b>Punto de contacto del metadato (M)</b> (MD_Metadata.contact > CI_ResponsibleParty)
<b>Información ampliada adicional para el conjunto de datos (vertical y temporal) (O)</b> (MD_Metadata > MD_DataIdentification.extent > EX_Extent > EX_TemporalExtent or EX_VerticalExtent)	<b>Fecha del metadato (M)</b> (MD_Metadata.dateStamp)

Simbología:

"M" indica que el elemento es obligatorio.

"O" indica que el elemento es opcional.

"C" indica que el elemento es obligatorio bajo ciertas condiciones.

Figura 54. Núcleo de metadatos requeridos en la norma ISO 19115:2003.

ISO/TC 211, 2003

- *Título del conjunto de datos (Dataset title)*. Nombre mediante el cual el recurso citado es conocido. En caso de tener que asignarle un nombre, éste se creará teniendo en cuenta la temática de los datos y su localización geográfica.
- *Fecha de referencia (Dataset reference date)*: Fecha de referencia para el recurso citado. Se considerará como fecha de referencia la fecha de creación del recurso (fecha del último día, en el que se ha finalizado la creación, en el caso de que esta

tarea haya tenido lugar durante un periodo de tiempo o que haya habido sucesivas actualizaciones), salvo excepciones concretas (como las fotografías aéreas, para las cuales se utilizará la fecha de vuelo).

Cuando únicamente se conozca el año, se pondrá el primer día del primer mes de ese año, y cuando sólo se conozca el mes y el año, se pondrá el primer día de ese mes y ese año.

- *Responsable del conjunto de datos (Dataset responsible party)*: Nombre, información de posición y datos de contacto para la persona u organización que es responsable del recurso. Hay que determinar dos aspectos:
  - Editor: será la persona u organización que publicó la información
  - Productor: será la persona u organización que creó los datos, o el último que los modificó.
- *Localización geográfica de los datos (Geographic location of the dataset )*: Se plantean dos opciones:
  - Posición geográfica del conjunto de datos. Se trata de 4 campos de información, correspondientes a las 4 coordenadas limítrofes (norte, sur, este y oeste).
  - Se podrían introducir palabras claves de lugar (basadas en un tesoro) para representar un área geográfica.
- *Lenguaje del conjunto de datos (Dataset language)*: Idioma o idiomas empleados en el conjunto de datos.
- *Conjunto de caracteres del conjunto de datos (Dataset character set)*: Nombre completo del estándar de codificación de caracteres usado.
- *Categoría del tema (Dataset topic category)*: Temas principales del conjunto de datos.
- *Resolución espacial/escala (Spatial resolution of the dataset)*: Se puede elegir entre completar dos campos de información:

- Escala
  - Distancia: longitud de un lado de un píxel.
- *Descripción abstracta del conjunto de datos (Abstract describing the dataset):* Resumen del contenido del recurso.
- *Formato de distribución (Distribution format):* Se solicitan dos elementos: el nombre del formato de transferencia de datos y la versión de dicho formato (fecha, número, etc.).
- *Información ampliada adicional para el conjunto de datos (vertical y temporal) (Additional extent information for the dataset vertical and temporal):* Se puede aportar información relativa a una de estas dos:
- Fecha del contenido del conjunto de datos (periodo de tiempo cubierto por el contenido: fecha de inicio y fecha de fin).
  - Dominio vertical del conjunto de datos:
    - Valor mínimo (extensión vertical más baja contenida)
    - Valor máximo (extensión vertical más alta contenida)
    - Unidad de medida (unidades verticales usadas para la información de extensión vertical, como metros, pies, milímetros, etc.)
    - Datum vertical (suministra información sobre el origen para el cual los valores máximos y mínimos de elevación son medidos)
- *Tipo de representación espacial (Spatial representation type):* Método usado para representar espacialmente la información geográfica. Elegir una opción de la lista controlada (vector, malla, tabla de texto, TIN, modelo estéreo o vídeo), según la opción elegida será necesario aportar un tipo de información u otro (si es vector o malla).
- Vector:
    - Nivel de topología: elegir un término de la lista controlada, que definirá el grado de complejidad de las relaciones espaciales.

- o Objetos geométricos: tipos de objetos geométricos usados en el conjunto de datos (se trata de especificar qué tipo de geometría tiene: polígono, punto... elegir de la lista controlada que proporciona el estándar).
  - o Número de objetos geométricos: número de objetos del conjunto de datos para cada tipo definido.
- Malla (raster):
  - o Número de dimensiones: número de ejes espacio-temporales diferentes (valores posibles: 1; 2; 2,5 y 3).
  - o Geometría de la celda: especificar si se trata de puntos o de celdas (píxeles).
  - o Número de filas.
  - o Número de columnas.
  - o Conteo vertical.
- *Sistema de referencia (Reference system)*: Información sobre el sistema de referencia, el datum, el elipsoide y la proyección (se trata sólo de definir cada uno, si se puede, aportar más información).
- *Linaje (Lineage)*: Contiene información sobre los eventos o datos de origen usados en la construcción del dato. Engloba información respecto:
  - Declaración (statement): Explicación general del conocimiento del linaje del productor del conjunto de datos.
  - Pasos del proceso: información sobre los eventos o transformaciones en la vida del conjunto de datos incluyendo los procesos usados para su mantenimiento. Hay que aportar información descriptiva del proceso, información de la fecha y hora (de finalización) en que tienen lugar los diferentes procesos, identificación de la persona u organización asociada con el proceso y las fuentes utilizadas.
  - Fuentes utilizadas: información sobre los datos de origen utilizados en la creación del dato. Hay que aportar información descriptiva de las fuentes, el denominador de la escala y la mención de las fuentes.
- *Recurso en línea (On-line resource)*: Información sobre las fuentes on-line a través de las cuales el dataset puede ser obtenido, hay que mencionar la URL de ubicación del dato y una descripción detallada de lo que hace el recurso on-line.

- *Identificador del archivo de metadatos (Metadata file identifier)*: Identificador único para cada fichero de metadatos.
- *Norma general del metadato (Metadata standard name)*: Nombre del estándar de metadatos usado (“ISO 19115 Geographic information – Metadata”).
- *Versión de la norma de metadatos (Metadata standard versión)*: Versión del estándar de metadatos usado (por ejemplo “2003” si se está utilizando la última versión del ISO19115).
- *Lenguaje de los metadatos (Metadata language)*: Lenguaje usado para documentar los metadatos.
- *Conjunto de caracteres de los metadatos (Metadata character set)*: Nombre completo del estándar de codificación de caracteres usado para el conjunto de metadatos.
- *Punto de contacto para los metadatos (Metadata point of contact)*: Persona u organización que sea punto de contacto de los metadatos (serán los creadores de los metadatos). Se trata de un conjunto de campos de información.
- *Fecha de creación de los metadatos (Metadata date stamp)*: En caso de que los metadatos se hayan realizado a lo largo de un periodo de tiempo, la fecha será la del último día o día de finalización. Siempre que se realicen actualizaciones de los metadatos, se actualizará esta fecha.

### 5.4.3 Estructura de los metadatos del OpenGIS Consortium

En relación con el tema de los metadatos, en 1998 se incorpora esta temática en el *OGC Abstract Specification* y se asigna el *Tema 11* a los trabajos relacionados con ello<sup>211</sup>. En el siguiente esquema se presentan las interrelaciones entre las 16 dependencias temáticas manejadas en la especificación señalada (figura 55).

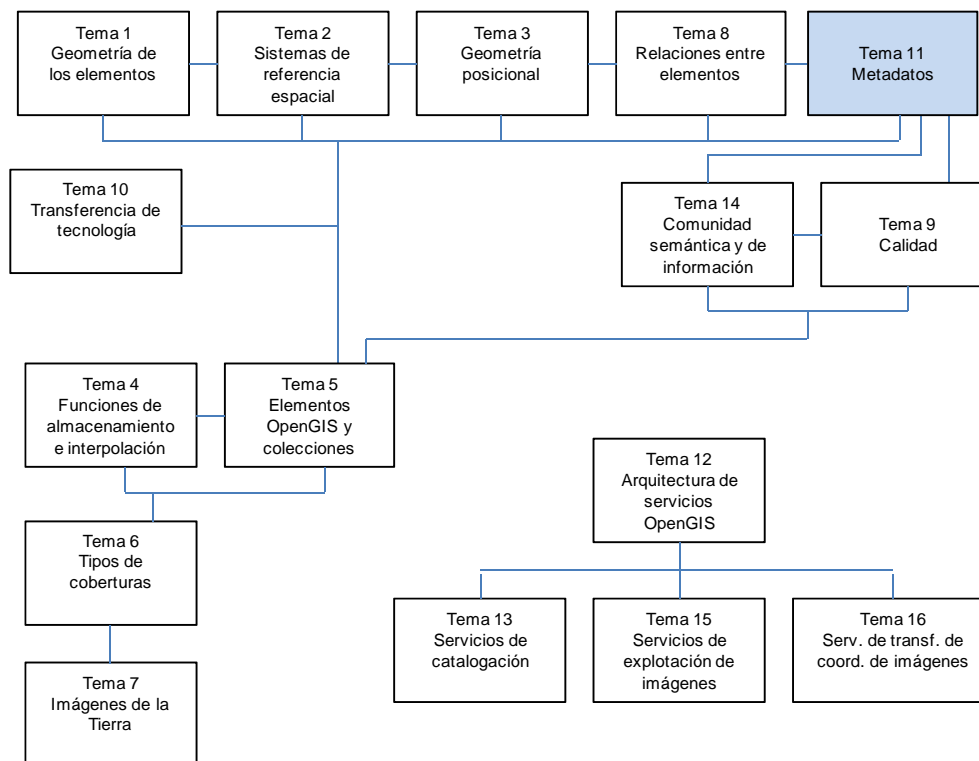


Figura 55. Dependencias temáticas de la Especificación Abstracta del Open GIS Consortium. OGC, 1998.

Al año siguiente (1999), se presentan dos modelos, el primero referido a un modelo esencial de metadatos, cuyo propósito era establecer la liga entre la parte conceptual del desarrollo de software o diseño de sistemas y el mundo real; en tanto que el segundo hacía referencia a un modelo abstracto en el que se define la forma de implementación de los metadatos de manera neutral<sup>212</sup>.

<sup>211</sup> Open GIS Consortium. *The OpenGIS Specification Model - Topic 11: Metadata, Version 3.1*. Open GIS Consortium, Inc., 1998. Document Number: 98-111r2.

<sup>212</sup> Open GIS Consortium. *The OpenGIS Abstract Specification. Topic 11: Metadata. Version 4*. Open GIS Consortium, Inc., 1999. Disponible en: [ftp://ftp.co.kootenai.id.us/gisdata/Metadata/Metadata\\_Support/Documents/Open%20GIS%20Metadata.pdf](ftp://ftp.co.kootenai.id.us/gisdata/Metadata/Metadata_Support/Documents/Open%20GIS%20Metadata.pdf) [Consulta: 20-08-2012]



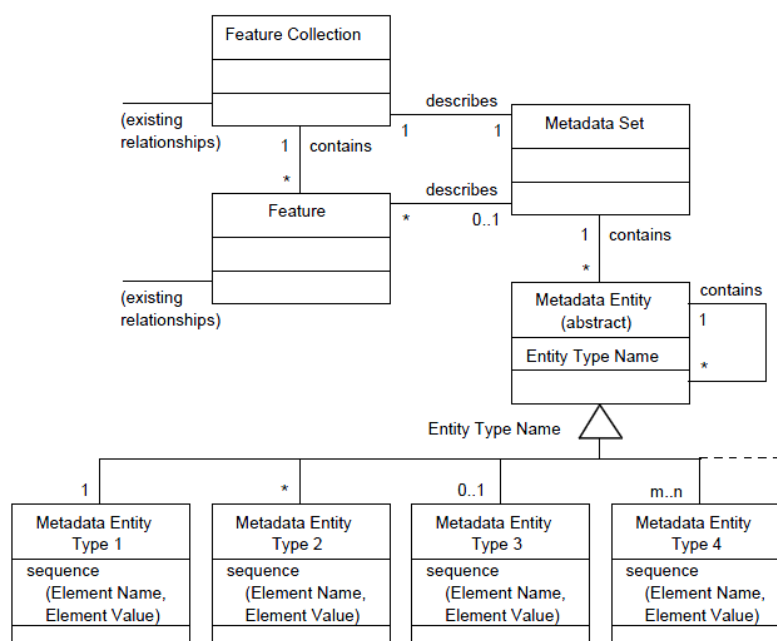


Figura 56. Clases de metadatos y sus relaciones. OGC, 1999.

En este modelo, las clases del diagrama no se especifican ni detalla la información relacionada con la operación de las clases, los atributos provistos por las clases, las relaciones de navegación y otras relaciones, así como los tipos de entidades específicas.

En junio del 2001, se adopta la norma ISO 19115 y se reemplaza los Temas 9 y 11 de la Especificación Abstracta de la OGC, no obstante se edita la versión 5 de esta haciendo alusión de la decisión tomada, la cual principalmente se debió a la similitud de las propuestas que se hacían<sup>213</sup>.

<sup>213</sup> Open GIS Consortium. *The OpenGIS Abstract Specification Topic 11: OpenGIS (tm) Metadata (ISO/TC 211 DIS 19115) Version 5*. Disponible en: <http://vgekl.njnu.edu.cn/dlxxtyl/upload/file/pdf/OpenGIS/18.pdf> [Consulta: 20-08-2012]

#### 5.4.4. Estructura de los metadatos del Dublin Core.

El Dublin Core es un estándar que define un sistema básico de elementos de metadatos y que se utiliza para describir recursos, principalmente recursos digitales como publicaciones, imágenes, bases de datos, sitios web, entre otros.

La forma en que Dublin Core cataloga un recurso es a través de 15 elementos que apoyan el descubrimiento y recuperación de la información, conformándose con ello un conjunto básico de elementos de metadatos y siendo todos ellos opcionales. Internamente, sus elementos se subdividen en 3 grupos:

##### Contenido:

- Título
- Tema
- Descripción
- Fuente
- Idioma
- Cobertura

##### Propiedad intelectual:

- Creador
- Editor
- Colaboradores
- Derechos

##### Instanciación:

- Fecha
- Tipo
- Formato
- Identificador

Asimismo es posible añadir cualificadores de 2 tipos a estos elementos:

- Esquemas de codificación
- Refinación del elemento.

Entre las ventajas del uso de este esquema están:

- Que es genérico y su utilización se hace en diversos dominios de aplicación.
- Contiene los elementos suficientes para búsquedas aceptables

Una desventaja muy importante es que no permite describir en detalle el recurso geográfico.

## **5.5 Comparación entre estándares de metadatos**

Para que los metadatos se puedan compartir entre los diferentes productores y usuarios, éstos deben ser comprensibles por todos. Buscando que lo anterior se cumpla, los estándares de metadatos pretenden hacer común los puntos de vista de los distintos actores implicados en la información espacial y que la documentación sobre ellos sea comprensible para todos.

De acuerdo con la información presentada sobre los metadatos propuestos por diferentes organizaciones (FGDC, ISO, OGC y Dublin Core) hay una fuerte similitud entre ellos por el trabajo tan estrecho que se ha desarrollado y por la convicción entre los diferentes grupos de trabajo de buscar el acuerdo en vista a una estandarización universal. Así por ejemplo, el FGDC y el ISO tienen gran similitud porque la norma de metadatos ISO fue creada basándose en partes del FGDC y se ha modificado conforme pasa el tiempo, ya sea agregando o quitando elementos.

En cuanto al OpenGIS, el que se llegara a reconocer un solo estándar de metadatos tras su revisión y el acuerdo cooperativo entre OGC e ISO TC/211 fue también un gran avance.

Entrando al detalle de los estándares presentados se pueden señalar algunos puntos importantes de la propuesta por la FGDC, que define muy puntualmente la información requerida para describir a un conjunto de datos, su propiedad para un uso determinado, su acceso y su forma de transferencia. Asimismo, la forma en cómo el estándar está organizado, basado en una jerarquía de elementos de datos que definen

el contenido de información para los metadatos que documentan un conjunto digital de datos geoespaciales, permite describir claramente las capas geográficas, así como sus entidades y atributos.

Por su parte, el ISO 19115 define qué informaciones deberían formar parte de los metadatos de la información geográfica, es decir, define el contenido y la estructura de los componentes de metadatos que describen a los conjuntos de datos geoespaciales; establece una manera estructurada para describir objetos en un contexto geográfico, cubriendo su ubicación, su geometría y su estructura.

En relación con la especificación del *OpenGis Catalog Service* de la OGC, se establece además cómo deben estructurarse e implementarse los servicios de catalogación y de búsqueda de metadatos geoespaciales, estableciendo el subconjunto mínimo de metadatos que deben ser interrogables.

En cuanto al Dublin Core, como ya se ha señalado, éste ha tenido muy buena aceptación por su facilidad de implementación, no obstante su principal desventaja radica en que no permite describir en detalle los recursos geográficos como lo hacen las otras especificaciones.

Finalmente, se considera importante señalar que es muy posible que en un futuro cercano se logre la estandarización unificada de los metadatos, y lo que actualmente está sucediendo es el uso de diferentes esquemas simultáneamente. Asimismo, se han establecido referencias cruzadas entre diferentes esquemas de metadatos a través de los cuales se posibilita la búsqueda y el intercambio de datos<sup>214</sup>.

---

<sup>214</sup> Sirvan como ejemplo las referencias cruzadas de la FGDC CSDGM a ISO 19115 que puede ser consultada en [http://www.fgdc.gov/metadata/documents/FGDC\\_Sections\\_v40.xls/view](http://www.fgdc.gov/metadata/documents/FGDC_Sections_v40.xls/view) [Consulta: 20-08-2012] o el caso de las referencias cruzadas del esquema de metadatos de Alexandria a otros esquemas, disponibles en el sitio <http://www.alexandria.ucsb.edu/public-documents/metadata/crosswalks.html> [Consulta: 20-08-2012]

## **Capítulo 6. Sistemas de información y Recuperación Geográfica en México. Antecedentes, Legislación y Estructura.**

### **6.1 Antecedentes históricos**

#### **6.1.1 Cartografía**

##### **Producción prehispánica**

De acuerdo con el recuento histórico que hace el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)<sup>215</sup>, México tiene una gran tradición cartográfica y el pueblo mexicano tuvo su propia cartografía mucho tiempo antes de que se descubriera América.

Se señala que todos los cronistas de la época de la Conquista hacen numerosas referencias a las cartas que los aborígenes les mostraron; la mayoría de estas cartas se perdieron y solamente han quedado algunas que permiten dar una idea general de los conocimientos que tenían y las técnicas usadas.

Por citas de Hernán Cortés y Bernal Díaz del Castillo se afirma que las autoridades indígenas disponían de un acervo de cartas geográficas para su consulta, facilitando con ello describir algunas zonas determinadas o mostrar representaciones bastante aproximadas y comprensibles para los conquistadores, no obstante el empleo de glifos (glifo-glyphis, canaleta, surco hueco grabado o dibujo en cualquier objeto).

Los materiales generalmente empleados eran papel de maguey, pieles preparadas y tejidos de algodón, de palma y henequén. El dibujo se hacía con colores vegetales y parece que se le daba un acabado con barniz, cuando se empleaba papel de maguey o pieles.

Los cartógrafos prehispánicos desconocían proyecciones y escalas, haciendo sus representaciones como si la Tierra fuera plana y sin cuidar que las distancias entre los puntos representados correspondieran a la realidad, dadas las inmensas extensiones superficiales en que quedaban incluidos, lo cual forzosamente tenía que

---

<sup>215</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Historia de la Cartografía en México*. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/marcoteo/carmex/carmex.cfm?c=236> [Consulta: 20-08-2012]

dar lugar a una cartografía deficiente (incluso siendo rigurosos, no cumplían con los requisitos para considerarse cartografía como tal).

Sin embargo, de estas reproducciones se hacen dos grandes divisiones, agrupando las cartas que reproducen itinerarios y aquellas que corresponden a zonas claramente determinadas. En las primeras, la representación es simbólica, principalmente; en las segundas, hay un mayor reflejo de la realidad. Es ejemplo típico de itinerario la tira llamada "Peregrinación de los aztecas", cuyo original en papel de maguey se conserva en el Museo de Antropología. El llamado códice de Cuauhtinchan hace la descripción del valle de Puebla, en las cercanías de Cholula. Es un importante documento cartográfico, no obstante estar formado por una serie de itinerarios de conquista.

La representación se hacía por medio de simbolismos fáciles de comprender, sobre todo porque en su coloración se procuraba imitar los tonos naturales. Las costas aparecían como líneas paralelas onduladas de color azul, atenuado hacia mar adentro. Las islas se representaban por una pequeña área, que no guardaba relación con la real, definida por un perímetro irregular, también rodeado de coloración azul. Las fuentes y manantiales aparecían indicadas por medio de una mancha circular amarilla en cuyo centro se ponía otro círculo azul, que a veces tenía puntos negros, los cuales se han interpretado como indicio de existencia de arena.

Los lagos también se coloreaban de azul y si en sus orillas existía vegetación acuática, el perímetro se formaba con líneas verdes y amarillas.

Los ríos los representaban como hoy lo hacemos, empleando dos líneas paralelas, si bien adornándolas con hojas de nopalillo para indicar que se trataba de una corriente principal, porque los arroyos aparecen como dos paralelas onduladas simplemente. Cuando los ríos tenían abundante pesca, se dibujaban peces entre las líneas paralelas.

Al observar que los manantiales se generaban en laderas, suponían que las montañas eran ánforas llenas de agua y por eso representaban las elevaciones con una vasija redonda, con su tapadera, apoyada en una base y con una abertura en el centro que podía tener forma de boca o ser una línea irregular.

Los volcanes aparecían como un cono truncado rodeado de ráfagas rojizas. Si estaban desnudas, las elevaciones se coloreaban de amarillo, de verde si había vegetación o con bandas verdes y rojas correspondientes a diversas formaciones forestales. Encima del dibujo aparecía el jeroglífico que representaba el nombre del cerro. Se procuraba reproducir las más relevantes características, su forma, su cumbre nevada, etcétera.

Los caminos también figuran en forma de líneas paralelas, a veces sin color y otras iluminadas con amarillo. Es particularmente sugestiva la huella de un pie desnudo que se repite en los caminos y algunos autores suponen que cada intervalo corresponde a una distancia convencional adoptada.

Si había una magueyera, un maguey la representaba; lo mismo ocurría con el nopal, cactus y árboles característicos. Cuando algún animal abundaba, se reproducía su figura cubriendo el área de dispersión.

Los aztecas sabían orientarse señalando en sus cartas el Este por el sol naciente y el Sur por el signo de conejo, interpretación que coincide al comparar algunas de las cartas conocidas con la zona representada.

## **Producción colonial**

Como es natural, los trabajos cartográficos llevados a cabo inmediatamente después de la Conquista muestran una notoria influencia indígena, que en el siglo XVII se atenúa para desaparecer prácticamente en el siglo XVIII.

Las cartas marinas, principalmente las de exploración de costas, tenían ya una base científica, porque los pilotos, que eran quienes las dibujaban, hacían observaciones astronómicas para situar sus puntos importantes y se apoyaban en itinerarios definidos por rumbo y distancia. Sin embargo, al transportar sus datos al papel, empleaban generalmente una proyección de paralelos y meridianos equidistantes que Orozco y Berra<sup>216</sup> llaman *proyección tradicional conforme* que, al no considerar la curvatura terrestre, deformaba las zonas representadas.

---

<sup>216</sup> Orozco y Berra, M. *Materiales para una cartografía mexicana*. México. Sociedad de Geografía y Estadística, 1871. En: Contreras Servín, C. *La cartografía indígena como testimonio de la identidad*

Este tipo de cartas no recibió influencia aborígen y su técnica, al evolucionar, fue la que desplazó en otras aplicaciones a la técnica indígena.

Los planos de pequeñas áreas territoriales y de poblados del siglo XVI muestran una franca influencia indígena; se trata de planos precortesianos adaptados por los conquistadores, con leyendas aclaratorias en español que sustituyen los jeroglíficos y conservan únicamente el simbolismo; en otras cartas posteriores se ven templos cristianos representados al principio por una cruz sobre una pirámide truncada y después el templo solamente. En algunos caminos aparece la huella de una herradura para indicar que éstos son transitables por cabalgaduras. También aparecen ideogramas de puentes, canales y acueductos.

En 1580, por orden de Felipe II, las autoridades municipales prepararon una descripción de la zona de su jurisdicción que acompañaron de diversas cartas, pero esta producción poco contribuyó para la preparación de cartas generales.

El Siglo XVII fue fecundo para la cartografía mexicana, particularmente debido a la mejora en la representación del interior del país. En las cartas de ciudades o pequeñas áreas no hay progreso visible, pero en los mapas generales ya se observan escalas referidas a las latitudes y longitudes. Se usaron en este caso como meridianos origen a veces el de Cádiz, y con más frecuencia, sobre todo a fines de siglo, el correspondiente al Pico de Teide de la Isla de Tenerife en el Archipiélago de las Canarias.

Se divulga el empleo de un círculo como signo convencional para representar poblados, ya no se utilizan ideogramas de herraduras ni de pies descalzos para indicar los caminos, las eminencias se reproducen en perspectiva, los ríos son escuetas líneas onduladas y se usa con bastante frecuencia la escala (petipie) en leguas.

Este movimiento cartográfico se inicia con la preparación de cartas de la cuenca de México y de sus vecindades como consecuencia de los estudios para resolver el problema del desagüe.



En la alborada del siglo XVII, Enrico Martínez publica la *Descripción de la comarca de México* y la obra del *Desagüe de la laguna* que representa la cuenca de México y que tiene la particularidad de apoyarse en coordenadas astronómicas en algunos puntos.

Don Carlos de Sigüenza y Góngora fue el cartógrafo de fines del siglo XVII a quien se deben valiosas contribuciones, tales como posiciones astronómicas de lugares lejanos, documentadas recopilaciones y numerosas cartas regionales. Ha sido considerado como el primer autor mexicano de una carta general de Nueva España, que aunque no llegó a imprimirse con su nombre, posiblemente fue llevada a Europa, según hacen suponer algunos indicios. Se estima que esta carta es el único documento científico cartográfico que abarca todo el territorio de la Colonia. En 1768, el padre José Antonio de Alzate Ramírez imprimió en París una carta del Virreinato de México, que se consideró la mejor hasta la publicación de los trabajos de Humboldt. Es la primera recopilación de los dispersos datos existentes que vio la luz pública; en ella el territorio del país aparece deformado, particularmente en la zona que corresponde a la península de Baja California.

### **Producción del siglo XIX**

En el año de 1803 llegó a México el ilustre barón Alejandro de Humboldt que tantos bienes habría de aportar a la cartografía y geografía mexicanas, quien visitó una ancha faja del país, de Acapulco a Veracruz, entre los paralelos 16° 50' y 21° y con acuciosidad estudió todos los materiales existentes, que unidos a sus observaciones personales, le permitieron preparar el "Atlas de Nueva España" en el que figuran dos cartas generales de nuestro país, varias cartas parciales y algunos perfiles.

Las cartas se apoyan en 74 posiciones astronómicas de las cuales 50 están situadas en el interior del territorio y 33 representan la contribución de Humboldt; quien dice: "El territorio comprendido entre los puertos de Acapulco y de Veracruz, entre México, Guanajuato, el Valle de Santiago y Valladolid, entre el volcán de Jorullo y la Sierra de Toluca, está dispuesto con arreglo a un gran número de demarcaciones geodésicas que yo he ejecutado ya con el sextante o bien el grafómetro de Adams".

Las cartas presentan la novedad de que utilizan una proyección diferente a la generalmente empleada, cambio que Humboldt justifica del modo siguiente: "El mapa general del reino de la Nueva España está levantado, como todos los mapas que he diseñado durante mi viaje, según la proyección de Mercator, con latitudes crecientes. Esta proyección tiene la ventaja de presentar directamente la verdadera distancia a que se encuentra un lugar de otro, y al mismo tiempo es la más agradable a los marineros que visitan las colonias, y que fijando la posición de su embarcación por dos montañas que avistan desde alta mar, quieren hacer concordar su demarcación con los mapas".

La carta a la que alude Humboldt fue dibujada en la Ciudad de México, hacia 1804, en el local del Real Seminario de Minería, que estaba situado en la casa número 90 de la actual calle de Guatemala. Se publicó en 1811 formando parte de su obra en francés sobre Nueva España, y tuvo gran influencia para dar a conocer a México. Puede decirse que la mayoría de las cartas que aparecieron posteriormente dentro de la primera mitad del siglo fueron copias por lo general alteradas, sin ninguna mejora valiosa y que olvidaron citar a Humboldt.

También es importante señalar otra valiosa obra de recopilación, el "Atlas de Portulano", mandado publicar en 1825 por el presidente Guadalupe Victoria, el cual incluye los trabajos llevados a cabo por la marina española a fines del siglo XVIII y principios del XIX, así como algunos levantamientos hidrográficos ordenados por su administración.

En 1828 se levantó la "Carta del Estado de México", que entonces encerraba los actuales estados de Guerrero, Hidalgo, Tlaxcala, México y Morelos, y se preparó la primera carta del Distrito Federal con métodos trigonométricos.

En 1831, el cartógrafo Francisco Camargo hizo una carta del estado de Querétaro, apoyada en 46 posiciones astronómicas. En 1848, el coronel Nigra de San Martín presentó una carta de Yucatán apoyada en posiciones astronómicas.

En 1850, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística terminó la "Carta General, Atlas y Portulano de la República", que fue aprobada por el Jefe de la Nación en enero de 1851. Esta carta se elaboró cuatro veces a efecto de reformarla y mejorarla. Estando en proceso de elaboración fue solicitada por la Secretaría de

Relaciones en 1847 "a fin de servirse de ella para los preliminares del Tratado de Paz y nuevos límites con los Estados Unidos".

En 1856, el ingeniero Antonio García Cubas presentó una recopilación cartográfica apoyada en los trabajos de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, de Humboldt, García Conde, Narváez, Mier y Terán, del Moral, la Comisión de Límites con los Estados Unidos y otros numerosos estudios de aficionados y prácticos. Entre 1858 y 1860 Antonio García Cubas preparó una carta a escala menor (1:2 000 000) utilizando nuevos datos recabados.

Orozco y Berra promovió la formación de un Atlas Nacional de Historia y Geografía. De 1858 a 1861 el ingeniero geógrafo Francisco Díaz Covarrubias lleva a cabo la primera triangulación de carácter geodésico en el Valle de México; esta triangulación tuvo por objeto la formación de la "Carta Hidrológica del Valle".

En 1865, el ingeniero Francisco Jiménez introdujo el procedimiento de determinar longitudes con ayuda de señales luminosas, que después en 1866 sustituyó por señales telegráficas.

En 1871 se iniciaron trabajos en los litorales de México, por personal de los barcos estadounidenses, los cuales fueron concluidos hasta 1901. Produjeron diversas cartas de nuestras costas, apoyados en observaciones astronómicas.

En 1878 se creó la Comisión Geográfica Exploradora, la que empleaba en su mayor parte a personal técnico militar, que se encargó de formar un atlas general que comprendiera cartas fraccionadas de la República (por entidades o de acuerdo con un fraccionamiento rectangular convencional); cartas generales del país que incluyeran las principales divisiones políticas especiales de algunas regiones; cartas hidrológicas de costas, lagos y ríos; de poblaciones y lugares importantes y cartas militares estratégicas y tácticas.

Esta institución desapareció en septiembre de 1914, y en sus 36 años de vida realizó trabajos en los estados de Puebla, Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León, Tlaxcala y Morelos que le permitieron publicar las cartas de estas entidades a escala de 1: 500,000. Además, obtuvo datos de campo de Hidalgo, Yucatán, Chihuahua y la mayor parte de Oaxaca. Levantó límites entre Nuevo León y

Tamaulipas, e hizo algunos levantamientos aislados en Sonora. La longitud de los itinerarios abarcados alcanzó 210 708 kilómetros.

### **Comisión Geodésica Mexicana**

Al desarrollarse el interés por los trabajos geodésicos se organizó en Europa en 1864 la Asociación de la Europa Media, que al ampliar su radio de acción adoptó en 1866 el nombre de Asociación Geodésica Internacional, a la que se afilió México, y que guardó una actitud pasiva hasta 1898, cuando aceptó colaborar con Canadá y los Estados Unidos en la medición del arco del meridiano de 98°W de Greenwich, el cual atraviesa esos países.

Para ejecutar esos trabajos se integró la Comisión Geodésica Mexicana, bajo la dirección del ingeniero Ángel Anguiano, quien consideró que la nueva institución no debería conformarse con ejecutar la triangulación del meridiano de 98°W sino emprender otros trabajos que formasen una malla de apoyo indeformable y precisa para cubrir todo el territorio nacional. El arco de meridiano 98°W dentro del país tiene una longitud de 1 100 kilómetros, y la triangulación que se construyó cubre un área de 80 000 km<sup>2</sup> en parte de los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas, siguiendo la Sierra Madre Oriental y cruzando el estado de Oaxaca. La cadena está formada por 76 vértices que van del nivel del mar hasta cimas de 2 500 m de altura; las longitudes de los lados están comprendidas entre 10 y 130 km. Las bases utilizadas fueron las de Oaxaca, Tecamachalco, Apam, Río Verde y La Cruz.

Los trabajos se iniciaron en 1901 y se concluyeron en 1915; se hizo la liga con la triangulación estadounidense en mayo de 1916 y se obtuvo un cierre de 1: 25 000 que hizo que el director de la *Coast and Geodetic Survey* declarara en Hamburgo, en el seno de la Asociación Geodésica Internacional, que la participación de México había sido "de la misma calidad que la de los americanos" (estadounidenses). Además, se ejecutó la triangulación del paralelo de México que parte de una base en la cuenca de México y termina en la torre sur de la catedral de la ciudad de Puebla y en el cerro de San Juan, a las afueras de la misma ciudad, habiéndose ligado a la triangulación del meridiano 98°. Se hizo también la triangulación del estado de Hidalgo, ligándola a la del paralelo 98° que en parte cruza el estado de México.

## **Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología y Dirección de Geografía y Meteorología.**

Desde 1912 se había pensado en la conveniencia de fusionar en una sola institución a todos aquellos organismos que se ocupaban de la geografía y de la cartografía, lo cual sólo hasta el año de 1915 pudo lograrse al crearse la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, que en 1935 cambió de nombre adoptando el de Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología; pero, al retirarse la investigación, adoptó el nombre de Dirección de Geografía y Meteorología. Esta institución de inmediato se ocupó del urgente problema de disponer de cartas generales del país o de sus entidades federativas para usos administrativos, independientemente de seguir haciendo trabajos para planificar 79% de nuestro territorio que no había estudiado la Comisión Geográfica Exploradora.

Como resultado de la obra de recopilación selectiva fue posible editar, en 1919 un "Atlas de la República", con una carta general a escala de 1: 5 000 000, y cartas de las entidades federativas a escalas variables próximas a la millonésima.

Desde 1914 se hizo una recopilación para formar una carta general a escala 1:2 000 000, que se publicó en 1921 y de la que se han hecho 18 ediciones en cada una de las cuales se aprecia una notoria mejoría por el aprovechamiento de nuevos datos y la eliminación de errores.

## **Departamento Cartográfico**

Durante los años de 1917 y 1918 la Secretaría de Guerra y Marina sostuvo una comisión de ingenieros que hizo levantamientos en Guanajuato y preparó una carta de la cuenca de México, aún inédita. En febrero de 1939 fue creada la Comisión Geográfica Militar, con el encargo de formar la Carta Militar de la República (las estratégicas y las tácticas) y de realizar estudios de la Defensa Nacional relacionados con la Geografía.

Al cabo de algunos años cambió de nombre, adoptando el de Servicio Geográfico del Ejército, designándosele después como Departamento Cartográfico. Se propuso llevar a la práctica un programa consistente en formar una carta de la República Mexicana en escala 1: 100 000 utilizando fotografías aéreas. El proyecto se

inició en 1942. El cubrimiento cartográfico comprende la porción del país al sur del paralelo 24°. Las primeras hojas fueron elaboradas con fotografías aéreas del sistema trimetrogón, consistente en una cámara central de eje óptico vertical y dos cámaras laterales (izquierda y derecha) de eje inclinado. Estas fotografías fueron tomadas durante la Segunda Guerra Mundial por tripulaciones mexicano-norteamericanas.

Con muy buen juicio se abandonó la proyección policónica generalmente utilizada, y se adoptó la proyección transversal Mercator, utilizada por el Servicio Geográfico del Ejército de los Estados Unidos.

Al realizar este programa se hizo patente la necesidad de reforzar la base geodésica que sólo cubría parte del país, emprendiéndose con gran éxito numerosos levantamientos de primer orden, que constituyen a la fecha la principal estructura geodésica nacional. La carta ofrece datos tan detallados que en términos generales puede utilizarse para cualquier reconocimiento preliminar en trabajos de ingeniería civil, agrológicos, forestales, ganaderos, hidrológicos y para aplicaciones científicas y técnicas.

### **Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana**

El 20 de diciembre de 1955, por Acuerdo Presidencial se creó la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana, integrada por representantes de las secretarías de Agricultura, Comunicaciones y Transportes, Defensa Nacional, Educación, Marina y Agricultura y Desarrollo Rural; además de Petróleos Mexicanos, el Banco de México, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. El acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de enero de 1956, y de inmediato entró en vigor.

Tomando en cuenta el meritorio trabajo realizado por el Departamento Cartográfico Militar, se pensó utilizar a éste como oficina ejecutiva y de trabajo, y con ese fin se designó al general Miguel A. Sánchez Lamago como presidente de esta comisión, con funciones ejecutivas, actuando como coordinador de la Comisión el licenciado Benito Coquett, entonces secretario de la Presidencia de la República.

## **Dirección General de Geografía**

En octubre de 1968 se creó dentro de la Administración Pública Federal un organismo encargado de elaborar la cartografía del país, considerando que los mapas constituyen una infraestructura tecnológica para la planeación. Los esfuerzos que la Dirección de Planeación de la Secretaría de la Presidencia efectuaba para incrementar los montos de la inversión pública en el área rural se veían frenados por la carencia de información idónea para la identificación de proyectos de inversión. La institución cartográfica se denominó Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP), y quedó adscrita a la Secretaría de la Presidencia.

En 1969 se le suprimieron las funciones de planeación y se denominó Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). Posteriormente, en 1976 y con motivo de la Reforma Administrativa, se creó la Coordinación General del Sistema Nacional de Información dentro de la Secretaría de Programación y Presupuesto, y con una vinculación estrecha con la Presidencia de la República; la CETENAL pasó a ser una Dirección General de dicha Coordinación.

## **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**

La Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística e Informática, que formaba parte de la Secretaría de Programación y Presupuesto, se convirtió en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tal y como lo conocemos hoy en día, el cual está integrado por 10 Direcciones Regionales y Coordinaciones Estatales en cada entidad federativa y cuyo objetivo es crear y administrar toda la cartografía que se produce en el país.

### **6.1.2 Geodesia**

#### **Introducción**

En forma práctica podemos definir a la Geodesia como la ciencia que se aplica para determinar la forma de la Tierra, así como su tamaño y campo de gravedad asociado mediante el posicionamiento preciso de puntos sobre la superficie terrestre, expresados en valores de un sistema coordenado tridimensional, en donde cada punto se compone de tres elementos, Latitud, Longitud y Altitud.

Con la evolución y el desarrollo de nuevas técnicas de medición, la Geodesia se constituye como una herramienta esencial para realizar estudios de geodinámica terrestre, estudios geológicos, generación de cartografía digital más precisa, entre otras aplicaciones.

Se debe considerar que los datos que aporta la Geodesia no son finitos, se conoce la dirección geográfica de un sitio de interés para un tiempo dado, más la Tierra se mueve y los fenómenos naturales pueden cambiar la geografía de un día para otro. Por lo tanto, esta ciencia contribuye al estudio de las variaciones de la superficie terrestre a través del tiempo, lo cual se cuantifica para evaluar los fenómenos dinámicos del planeta.

En México, el conocimiento de la Geodesia se remonta a la era prehispánica. El calendario azteca es testimonio histórico de la comprensión de la astronomía por parte de nuestros antepasados, así como las pirámides de Teotihuacán, cuyas construcciones y disposición geométrica tienen una escala relacionada con las dimensiones de la Tierra y una orientación referida a los cuerpos de nuestro sistema solar<sup>217</sup>.

En la actualidad, la Geodesia contribuye en gran medida a la planificación y toma de decisiones para superar y resolver diversos problemas que tienen que ver con el bienestar de la población y el desarrollo de nuestro país. Los datos geodésicos permiten referir geográficamente todo lo que existe en nuestro territorio y que es de utilidad.

El INEGI, consciente del papel que juega la Geodesia para el beneficio de México, ha creado una Red Geodésica Nacional para dar soporte a la demanda de información geodésica que se requiere en el país y así contribuir con el desarrollo de proyectos de carácter científico y social.

---

<sup>217</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *La Geodesia en México*. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/geodesia\\_mexico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/geodesia_mexico.aspx) [Consulta: 20-08-2012]



## **El servicio de la nueva Red Geodésica Nacional para el desarrollo de México**

El Estado es administrador y coordinador de programas para realizar las obras de infraestructura que proporcionen las condiciones necesarias y favorables para un desarrollo sustentable, entre estos programas, compete al campo de trabajo del INEGI:

- Levantamientos cartográficos.
- Referir geográficamente vías de comunicación.
- Inventarios de los recursos del país: agropecuario, comercial, económico, social.
- Levantamientos catastrales.
- Estudios hidrológicos.
- Establecer las bases geodésicas para la definición de límites municipales, estatales e internacionales.
- Desarrollar y publicar las normas geodésicas del país.

La realización de cada programa está restringido por el grado de avance tecnológico y la forma en que es aplicado para solucionar problemas, las políticas de desarrollo, los convenios comerciales, entre otros.

Congruente con los cambios que imponen el desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología que se hace y rehace, la Geodesia contribuye a la planificación del desarrollo del país.

Una de las tareas primordiales del INEGI es la de contar con un sistema geodésico nacional integrado, en constante crecimiento y mejora. Se trata de contar con una Red que satisfaga todas las necesidades técnicas y científicas para el desarrollo sustentable y de largo plazo. La misión es lograr que en posición y orientación los datos representados estén acordes con la realidad.

Al contar con una Red Geodésica Nacional se asegura un servicio eficiente de información geodésica para coordinar y controlar los levantamientos geodésicos en todo el país a partir de técnicas, metodologías y procedimientos compatibles.

Para asegurar una Red Geodésica Nacional confiable se ha requerido:

- Establecer y mantener el marco de referencia geodésico nacional.
- Definir, clasificar y proponer las especificaciones y las normas de los levantamientos geodésicos en un sistema de clases y órdenes con relación al avance tecnológico.
- Avanzar en las diferentes vertientes de este proyecto:
  - Red Geodésica Horizontal
  - Red Geodésica Vertical
  - Red Geodésica Gravimétrica

Asimismo, se han realizado diversas acciones relacionadas con estos aspectos, tales como:

- Establecimiento de convenios nacionales e internacionales para estudios y proyectos en materia geodésica.
- Levantamientos geodésicos para el mantenimiento y la actualización de la cartografía topográfica, temática y censal del país.
- Poner a disposición del público en general los acervos geodésicos que se han generado por organismos públicos y privados para su aplicación en la toma de decisiones y planificación del uso de recursos con objetivos por resultado y rendición de cuentas.

### **6.1.3 Sistemas de información geográfica**

Los Sistemas de información geográfica tal y como se han definido en este trabajo, aparecieron hacia los años sesenta, aunque hay antecedentes de ellos por lo menos desde los años cincuenta, periodo en el que surgen los primeros aplicativos de software para apoyo a la elaboración de cartografía automatizada, como los programas de CAD (diseño asistido por computadora) y de CAM (manufactura asistida por computadora).

Uno de los primeros Sistemas de información geográfica en el mundo fue el desarrollado en 1966 por el Departamento de Agricultura de Canadá y su nombre oficial fue el de *Canadian Geographic Information System*, el cual surgió de la necesidad de un levantamiento cartográfico para la planificación forestal a nivel nacional y que era imposible realizarlo de forma manual.

Paralelamente, en esa misma década se desarrollaron otros proyectos parecidos en Estados Unidos, como fueron: el *Land Use and Resource Information System* (LUNR), el *Minnesota Land Management Information System* (MLMIS), el *Polygon Information Overlay System* (PIOS), entre otros<sup>218</sup>.

En el caso de Gran Bretaña, los primeros usos de tecnologías fueron por parte del *Institute of Terrestrial Ecology* en Huntingdon, en el cual se utilizó el *Power Samas Card Calculating System*, con la finalidad de mapear de forma digital distribuciones vegetales en el territorio nacional<sup>219</sup>.

Todas estas iniciativas contribuyeron a despertar el interés en el tratamiento de los datos geográficos y el mayor desarrollo se generó en Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña, además de algunos otros países, en donde las condiciones económicas favorecían el desarrollo de estas tecnologías.

Durante los años setenta se continuó trabajando en el ámbito de los Sistemas de información geográfica y destacan cuatro instituciones que encabezan estos esfuerzos: la Universidad de Harvard, la Oficina de Censos de Estados Unidos (*United States Census Bureau*), el Servicio Geológico de los Estados Unidos (*United States Geological Survey*) y la empresa privada *Environmental System Research Institute* (ESRI)<sup>220</sup>.

Otro evento importante durante esta década fue la creación del Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (NCGIA) en Estados Unidos, el cual a partir de su creación se convierte en la institución que asume el protagonismo en las investigaciones de esta disciplina.

En los años ochenta se tuvo el despegue definitivo y mayor apogeo de ésta tecnología. Las empresas privadas tomaron el relevo a las instituciones públicas y se crearon programas comerciales para apoyo al desarrollo e integración de Sistemas de información geográfica, a diferencia de las décadas anteriores, en las cuales el

---

<sup>218</sup> Bosque Sendra, J. *Sistemas de información Geográfica*. Ed. Rialp. Madrid, 1992.

<sup>219</sup> Wheatley, D. & Gillings, M. *Spatial Technology and Archaeology*. Taylor & Francis. New York, 2002. .

<sup>220</sup> Comas, D. y Ruíz, E. *Fundamentos de los Sistemas de información Geográfica*. Ed. Ariel. Barcelona, 1993.

software se había orientado principalmente a cubrir las necesidades de las instituciones que los desarrollaban.

Es en éste tiempo cuando se inicia en México el desarrollo de los primeros sistemas de este tipo y en la década siguiente es cuando se difunde su uso de manera generalizada en las instituciones públicas y las empresas privadas.

De esta manera, los Sistemas de información geográfica han continuado su desarrollo en las tres líneas manifestadas: una impulsada por instituciones de orden gubernamental-administrativo, otra por las Universidades y una última por las empresas comerciales.

El impulso por parte de la administración pública ha estado orientado principalmente al desarrollo de la cartografía temática. Por parte de las Universidades, el impulso persigue objetivos vinculados al análisis de datos espaciales y no tanto a la producción cartográfica. Del lado de las casas comerciales, se llevan a cabo importantes desarrollos a todo nivel, impulsando grandes emprendimientos de investigación de software<sup>221</sup>.

## **6.2 Legislación sobre los Sistemas de información geográfica en México**

Como antecedente legislativo relacionado con la información geográfica en México se tiene la Ley de Información Estadística y Geográfica (LIEG)<sup>222</sup> decretada en diciembre de 1980, la cual se establece como una ley de orden público e interés social para regir a la información estadística y geográfica, las cuales son consideradas elementos sustanciales de la soberanía nacional. Asimismo, se establece que esta Ley tiene por objeto:

- I. Normar el funcionamiento de los Servicios Nacionales de Estadística y de Información Geográfica;
- II. Establecer los principios y las normas conforme a los cuales las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, deberán ejercer las funciones

---

<sup>221</sup> *Ibíd.*

<sup>222</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. *Ley de Información Estadística y Geográfica*. Diario Oficial de la Federación, México, 1980. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lieg/LIEG\\_orig\\_30dic80\\_ima.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lieg/LIEG_orig_30dic80_ima.pdf) [Consulta: 20-08-2012]

que les correspondan como partes integrantes de los Servicios Nacionales de Estadística y de Información Geográfica;

III. Fijar las bases para coordinar la participación y colaboración que corresponda a los gobiernos de las entidades federativas y a las autoridades municipales, así como para promover, cuando se requiera, la colaboración de los particulares y de los grupos sociales interesados, a efecto de mejorar el funcionamiento de los servicios mencionados en la fracción anterior;

IV. Promover la integración y el desarrollo de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica para que se suministre a quienes requieran, en los términos de esta Ley, el servicio público de información estadística y geográfica.

Un punto importante a resaltar es que en la ley se establecen definiciones de diferentes términos, fundamentales para el correcto entendimiento de ésta. Así por ejemplo se define a la información estadística, a la información geográfica, a la cartografía, a los servicios y sistemas nacionales de estadística y de información geográfica.

En diciembre de 1983 esta ley es reformada y se agregan algunos otros elementos importantes, como el Capítulo IV que se refiere a la creación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a quien se le faculta para ejercer las disposiciones de ésta ley y se determina que opere como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Programación y Presupuesto (que era la dependencia responsable de la mayor parte de las acciones establecidas en la ley original).

Asimismo, se establece en las reformas realizadas, que la consulta a la información estadística y geográfica sea gratuita en los centros de servicio al público que se crearán para ello.

En marzo de 2004 se lleva a cabo una actualización al Reglamento de la Ley de Información Estadística y Geográfica (R-LIEG 1982+2004) y en cumplimiento con lo establecido en los artículos 14 y 15 de la LIEG, el Gobierno de la República presenta en ese mismo año el Programa Nacional de Desarrollo de Estadística y de Información Geográfica (PRONADEIG) como el instrumento rector de las acciones que conducirían

a las unidades productoras de información (UPI) de la administración pública hacia la consolidación de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica para poder brindar la información a la sociedad como la propia ley lo establecía.

Cabe señalar que, no obstante que la Ley de Información Estadística y Geográfica daba a las instituciones un respaldo jurídico para implementar acciones de generación y difusión de datos sobre el territorio nacional, era obligatoria para las secretarías o ministerios del gobierno federal, en tanto que los gobiernos estatales o provinciales y municipales no estaban obligados a su cumplimiento, lo que impedía que la normatividad para generar datos e información espacial funcionara verticalmente y transversalmente en todos los niveles de gobierno.

En abril de 2006 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declararon reformados los artículos 26 y 73, fracción XXIX-D, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Al artículo 26 constitucional se le adicionó un apartado (B) en el que se establece que el Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) y que la responsabilidad de normarlo y coordinarlo estará a cargo de un organismo con autonomía técnica y de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios.

Con base en ello, se creó la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG)<sup>223</sup> —publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de abril de 2008— con 126 artículos y 17 transitorios, organizados en cinco títulos: disposiciones generales, acerca del Sistema, organización del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, faltas administrativas y sanciones, así como el recurso de revisión.

## **El Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica**

De acuerdo con Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG), el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica

---

<sup>223</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG)*. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lsnieg/LSNIEG\\_orig\\_16abr08.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lsnieg/LSNIEG_orig_16abr08.pdf) [Consulta: 20-08-2012].

(SNIEG) se define como “el conjunto de unidades organizadas a través de los subsistemas, coordinadas por el Instituto y articuladas mediante la Red Nacional de Información, con el propósito de producir y difundir la Información de interés nacional. Esta Información debe suministrarse a la sociedad y al Estado con características de calidad, pertinencia, veracidad y oportunidad, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional, bajo los principios rectores de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia”. (LSNIEG, 2008: Artículos 2 Fracción XIII y 3)

En términos generales, el Sistema estaría diseñado para producir y difundir información de interés nacional, el cual deberá ser oficial y de uso obligatorio para la federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios. (LSNIEG, 2008: Artículo 6)

En lo que se refiere a la obligatoriedad, la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica es de alcance nacional para los productores de datos e información estadística y geográfica de interés nacional en tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, por lo que la convergencia de esfuerzos haría posible la generación de datos e información a partir de los grupos de datos establecidos en la ley: marco de referencia geodésico; límites costeros, internacionales, estatales y municipales; datos de relieve continental, insular y submarino; datos catastrales, topográficos, de recursos naturales y clima; así como nombres geográficos.

Para los efectos de planeación, la ley establece que la ordenación y regulación de las actividades necesarias para la planeación, programación, producción y difusión de la Información de Interés Nacional se llevará a cabo a través de tres programas convergentes de Estadística y Geografía, con visiones en tres horizontes de tiempo: el Programa Estratégico a 24 años, los Programas Nacionales, cada uno a seis años, y los Programas Anuales.

Asimismo se establece que la denominada Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEMex) se desarrollará desde la perspectiva de producir los grupos de datos dentro de los tres programas mencionados anteriormente.

## **Organización del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica**

En lo que se refiere a la organización del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), la ley incorpora la instancia superior llamada Consejo Consultivo Nacional integrado por el presidente del INEGI; un representante de cada secretaría de estado de la Administración pública federal; un representante del Poder Judicial de la Federación; un representante de la Cámara de diputados del Congreso de la Unión; un representante del Senado de la República; un representante del Banco de México, y cinco representantes de las entidades federativas del país. (LSNIEG, 2008: Artículo 14)

En lo relativo al concepto y alcance, la ley contempla cuatro Subsistemas Nacionales de Información: demográfica y social; económica; de gobierno, seguridad pública e impartición de justicia; y de información geográfica y del medio ambiente. Acerca de éste último subsistema, la ley del SNIEG declara la existencia de la IDEMEX como su componente Geográfica. (LSNIEG, 2008: Artículos 17 y 26)

La ley considera al INEGI como un organismo público con autonomía técnica y de gestión, con personalidad jurídica y patrimonio propios, responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG, 2008: Artículo 52). Debe además, proporcionar a las autoridades competentes la Información de Interés Nacional que se requiera para la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo cada seis años.

Asimismo, el INEGI cuenta con una Junta de Gobierno como instancia superior de organización, la cual está formada por un Presidente y cuatro Vicepresidentes, cada uno de los cuales preside uno de los cuatro Subsistemas del SNIEG.

Para la parte operativa, la ley incluye la figura de Unidades del Estado, definidas como las áreas administrativas que cuenten con atribuciones para desarrollar actividades estadísticas y geográficas o que cuenten con registros administrativos que permitan obtener Información de Interés Nacional de:

- a) Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, incluyendo a.
- b) Las de la Presidencia de la República y de la Procuraduría General de la República.



- c) Los poderes legislativo y judicial de la federación.
- d) Las entidades federativas y los municipios.
- e) Los organismos constitucionales autónomos, y
- f) Los tribunales administrativos federales.

(LSNIEG, 2008: Artículo 2 Fracción XV)

Tales Unidades del estado, se articulan mediante la Red Nacional de Información, definida por la ley como “el conjunto de procesos de intercambio y resguardo de información, para apoyar por un lado las actividades de coordinación del Sistema y de sus Subsistemas y por otro la prestación del Servicio Público de Información a toda la sociedad”. (LSNIEG, 2008: Artículo 2 Fracción XII)

### **Aspectos Normativos Técnicos**

En cuanto a la coordinación, la ley considera al Instituto Nacional de Estadística y Geografía como instancia coordinadora de las Unidades del Estado que generan datos e información espacial y le otorga un papel relevante en la generación de normas técnicas tomando en cuenta los estándares nacionales e internacionales, así como las mejores prácticas en la materia. En este sentido, la definición de términos, en materia geográfica que incluye la ley, ayudará a normalizar la semántica de todas las Unidades del Estado que generen datos e información.

En las formas de comunicación y en especial en los conceptos claves, ésta ley aporta nuevas definiciones para el establecimiento de una base común de conocimiento en vista al correcto entendimiento de la nueva terminología, entre la que están:

Información geográfica: *conjunto organizado de datos espaciales georreferenciados, que mediante símbolos y códigos genera el conocimiento acerca de las condiciones físico-ambientales, de los recursos naturales y de las obras de naturaleza antrópica del territorio nacional.* (LSNIEG, 2008: Artículo 2 Fracción IV)

Información estadística: *conjunto de resultados cuantitativos o datos que se obtienen de las Actividades Estadísticas y Geográficas en materia estadística, tomando como base los datos primarios obtenidos de los Informantes del Sistema sobre hechos que*

*son relevantes para el conocimiento de los fenómenos económicos, demográficos y sociales, así como sus relaciones con el medio ambiente y el espacio territorial.*  
(LSNIEG, 2008: Artículo 2 Fracción III)

Información de interés nacional: *sólo podrá considerarse de interés nacional, la que satisfaga los cuatro criterios siguientes:*

- *Se trate de los siguientes temas, grupos de datos o indicadores: población y dinámica demográfica; salud; educación; empleo; distribución de ingreso y pobreza; seguridad pública e impartición de justicia; gobierno; vivienda; sistema de cuentas nacionales; información financiera; precios; trabajo; ciencia y tecnología; atmósfera; biodiversidad; agua; suelo; flora; fauna; residuos peligrosos y residuos sólidos; marco de referencia geodésico; límites costeros, internacionales, estatales y municipales; datos de relieve continental, insular y submarino; datos catastrales, topográficos, de recursos naturales y clima, y nombres geográficos;*
- *Que resulte necesaria para sustentar el diseño y la evaluación de las políticas públicas de alcance nacional;*
- *Que sea generada en forma regular y periódica, y*
- *Que se elabore con base en una metodología científicamente sustentada.*

*También podrá ser considerada como información de interés nacional la que resulte necesaria para prevenir y, en su caso, atender emergencias o catástrofes originadas por desastres naturales, y aquella que se deba generar en virtud de un compromiso establecido en algún tratado internacional.*  
(LSNIEG, 2008: Artículo 78)

Las definiciones mencionadas de información geográfica, información estadística e información de interés nacional, son fundamentales porque contienen vínculos entre los aspectos sociales, demográficos, del territorio y del medio ambiente y lo consideran como un todo holístico y sistémico.

Por otra parte, desde el punto de vista de la filosofía que da cohesión a los conceptos definidos en la ley, las tres definiciones conservan el modelo de cadena de valor: Dato -> Información -> Conocimiento, con destino final en la búsqueda del bienestar de la ciudadanía.

En la vertiente de normas técnicas, el SNIEG cuenta actualmente con 24 Normas técnicas geográficas, tanto generales como particulares, dedicadas a regular la producción de datos e información, algunas de las más importantes son las siguientes.

Normas generales: Sistema Geodésico Nacional, estándares de exactitud posicional, clasificación de datos espaciales, modelo de datos espaciales, división y nomenclatura de los conjuntos de datos espaciales por escala, modelo general para integración de datos en información, acceso e intercambio de datos espaciales.

Normas particulares: levantamientos aerofotográficos, digitalización de fotografía aérea, ortofotos digitales, modelos digitales de elevación, nombres geográficos, datos edafológicos para clasificación y cartografía de suelos, clasificación de las comunidades vegetales, datos medios de temperatura y precipitación para clasificación climática, clasificación y representación espacial de unidades litológicas.

Particularmente destaca la norma de metadatos, que se apega a la norma ISO 19115 en su parte nuclear, por lo que guarda conformidad con la misma y tiene capacidad de ser comparable con ese estándar internacional.

Adicionalmente, en el nivel de especificaciones técnicas, el Sistema ya cuenta con diccionarios de datos de varios temas: catastral multiescalas, para datos topográficos escala 1:20,000 y para datos topográficos tscala 1:50,000. Actualmente está en desarrollo un catálogo de objetos.

En esta vertiente se continuará trabajando para complementar los temas faltantes y mantener actualizados los ya desarrollados.

### 6.3 Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana

Más allá de la mención en la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica como “la componente Geográfica del Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente, y su definición del conjunto grupos de datos”, técnicamente y para fines operativos, la Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDEMex) se contempla como el conjunto de recursos, normas, tecnologías, políticas, marco legal, administrativo y organizacional, necesarios para la efectiva creación, recopilación, manejo, acceso, distribución, compartición y uso de datos espaciales<sup>224</sup>.

De acuerdo con su documentación oficial<sup>225</sup>, la Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana es altamente inclusiva y la sustenta un espíritu de compartir los datos y la información en todos los ámbitos y en todos los niveles. Asimismo, buscando tener una visión holística de todo lo que ella conlleva, se ha desarrollado un modelo conceptual que contempla las mejores prácticas en el nivel internacional, así como su alineación a lo establecido en la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, del cual a continuación se presentan algunos de sus aspectos principales.

---

<sup>224</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDEMex)*. INEGI. México, 2009. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/espanol/IDEMex.pdf?s=geo&c=1352> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>225</sup> *Ibíd.*

## Modelo de la IDEMex

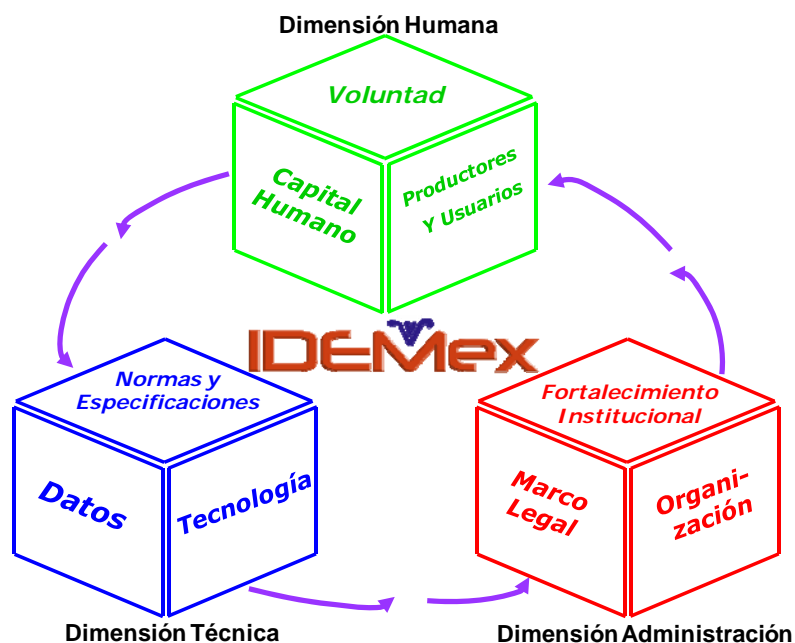


Figura 57. Modelo de la Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDEMex). INEGI, 2009.

El modelo conceptual de la IDEMex se basa en tres dimensiones principales: Dimensión Humana, Dimensión de Administración y Dimensión Técnica, las cuales a su vez, cada una de ellas, integra tres componentes. A continuación se detallan cada una de ellas:

### ***Dimensión Humana***

Agrupar diversos componentes que tienen la característica de depender de las personas, tanto en modo singular, como en su modalidad colectiva o grupal. Para la IDEMex es importante la participación de los organismos gubernamentales (por Ley) y de las organizaciones privadas (voluntaria), en su carácter de productores y usuarios, además de contar con el adecuado aprovechamiento de los recursos humanos y con la voluntad para unir esfuerzos, intercambiar experiencias y crear alianzas. Los componentes de la dimensión humana son:

## Componentes y Elementos de la Dimensión Humana

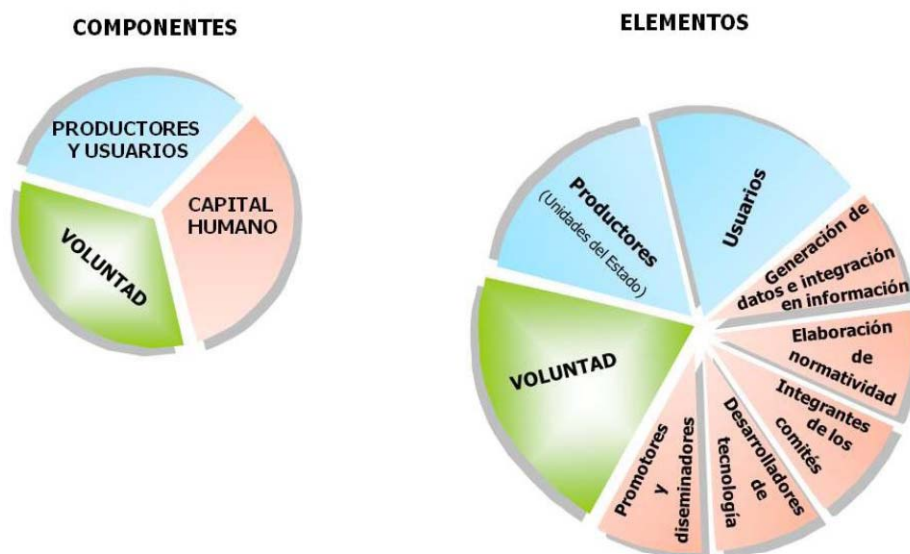


Figura 58. Componentes y elementos de la dimensión humana de la IDEMEX. INEGI, 2009.

### Componente de productores y usuarios

Son el conjunto de organizaciones de la Administración Pública Federal, de los poderes, las entidades federativas y los municipios, los organismos constitucionales autónomos, los tribunales administrativos federales, el sector privado, el académico y de investigación, el docente y el público en general.

**Productores (Unidades del Estado):** Son catalogados como productores todos aquéllos cuya actividad está directamente relacionada con la generación de datos e información geográfica. Formalmente, el artículo 2, fracción XV de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG) define como Unidades del Estado o Unidades: a las áreas administrativas que cuenten con atribuciones para desarrollar Actividades Estadísticas y Geográficas o que cuenten con registros administrativos que permitan obtener Información de Interés Nacional de:

- a) Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, incluyendo a las de la Presidencia de la República y de la Procuraduría General de la República;
- b) Los poderes Legislativo y Judicial de la Federación;
- c) Las entidades federativas y los municipios;
- d) Los organismos constitucionales autónomos, y
- e) Los tribunales administrativos federales.

Cuando el Instituto Nacional de Estadística y Geografía genere Información se considerará como Unidad para efectos de esta Ley.

**Usuarios:** Son considerados como usuarios aquéllos que por sus actividades requieren datos, productos, soluciones a la medida e información geográfica para el desarrollo de sus actividades, para la planificación de sus proyectos y para tomar decisiones basadas en conocimiento geográfico. Asimismo, las Unidades del Estado o Unidades son parte importante de este grupo, ya que en general requieren de datos e información de externos para la realización de sus actividades.

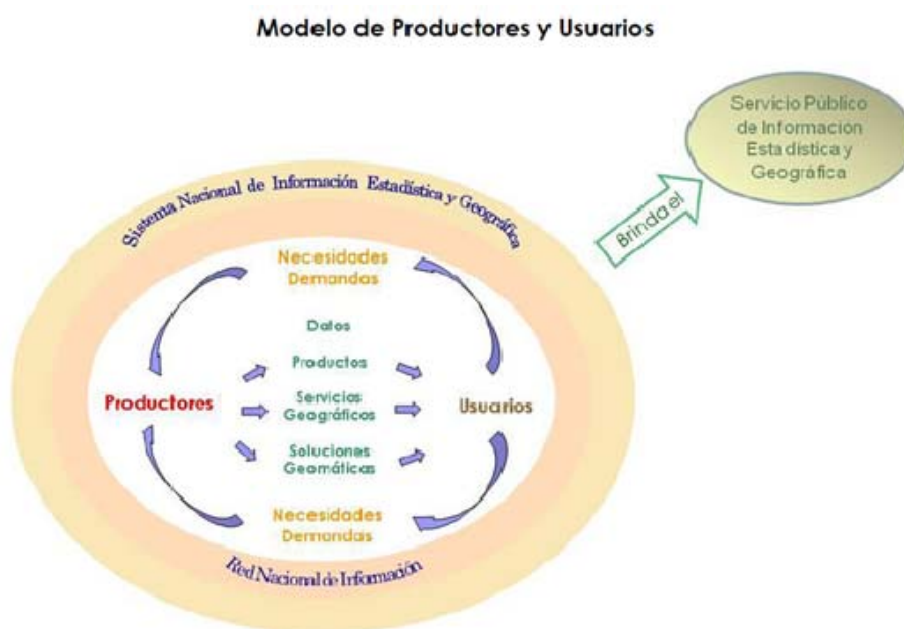


Figura 59. Modelo de productores y usuarios de la IDEMEX. INEGI, 2009

## Componente de capital humano

Este componente se refiere las personas responsables de normar, generar e integrar datos e información y a las encargadas de facilitar su acceso e interoperabilidad. Incluye también a quienes desempeñan el papel de promotores, diseminadores y a los comités, comisiones y grupos de trabajo encargados de planificar, organizar, implementar y vigilar el Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, el Programa Nacional de Estadística y Geografía, el Programa Anual de Estadística y Geografía, y los Programas de los Comités Técnicos Especializados, en materia de información geográfica.

### Elementos de Capital Humano



Figura 60. Elementos de capital humano de la IDEMEX. INEGI, 2009

## Componente de voluntad

Se concibe como la capacidad de las personas para unir esfuerzos en favor de un objetivo común. Sólo la voluntad de quienes están involucrados en las Infraestructuras de Datos Espaciales puede lograr que funcionen con un mismo fin: compartir datos e información para el progreso y beneficio de todo el país. Con voluntad es posible llegar a consensos y lograr acuerdos de colaboración para obtener resultados que deriven en ahorro de recursos (dinero, tiempo y esfuerzos).



## ***Dimensión administración***

Esta dimensión está formada por tres componentes que tienen una característica común: son una función de la planeación y de la administración más que del campo técnico o del factor humano propiamente dicho. Sus componentes son:

- Marco Legal
- Organización
- Fortalecimiento institucional

### **Componente de marco legal**

El marco legal juega un papel decisivo en la IDEMEX, ya que acota las atribuciones, responsabilidades y alcances en la actuación de todo el Componente de Organización. Se conforma básicamente con el Plan Nacional de Desarrollo, la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, el Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, y el Programa Nacional de Estadística y Geografía, como uno de los mandatos de la propia LSNIEG.

De este componente se deriva toda una gama de políticas, criterios, lineamientos y normas para planear, coordinar y organizar actividades, así como para normar y uniformar las clasificaciones y procedimientos operativos que se utilicen para captar, organizar, procesar y divulgar datos e información estadística y geográfica.

### **Componente de organización**

El componente organizacional se supone como una estructura de jerarquías con funciones claramente definidas, para acordar y convenir al más alto nivel directivo las políticas y la orientación de las acciones de partes subordinadas (El Consejo Consultivo Nacional, Los Comités Ejecutivos de los Subsistemas, y Los Comités Técnicos Especializados), para consultar y decidir la elaboración de los planes y programas de esos comités.

Este componente incluye también las estructuras de carácter técnico ligadas con el diseño de normatividad técnica y con la generación de datos espaciales de los

grupos de datos que sirven de sustento a las actividades particulares y detalladas, por ejemplo, de los 19 “Sectores” de la Administración Pública Federal y al desarrollo de información de los Estados y Municipios, cuyos resultados en datos espaciales pueden catalogarse como de Valor agregado, por su naturaleza de detalle fino.

### Componente de fortalecimiento institucional

Es el componente que da cohesión, sentido, vitalidad y movimiento al concepto de IDE. Aunado va el desarrollo de la cultura estadística y geográfica de la sociedad, el avance tecnológico, y la actualización y modernización de planes y programas en los centros de enseñanza de todos los niveles.

Una parte elemental que no debe descuidarse es la capacitación en el segmento organizacional responsable de formular la definición del sistema de Problemas-Propuestas de Solución-Toma de Decisión. Aquí, las Capacidades se dirigen a potenciar la habilidad para el análisis de posibilidades en operaciones de mezcla de grupos de información para generar escenarios y pronósticos con las variables múltiples de los ambientes del medio físico y de los datos geoestadísticos de Población, Vivienda y Economía.

### Niveles y Elementos de Fortalecimiento Institucional

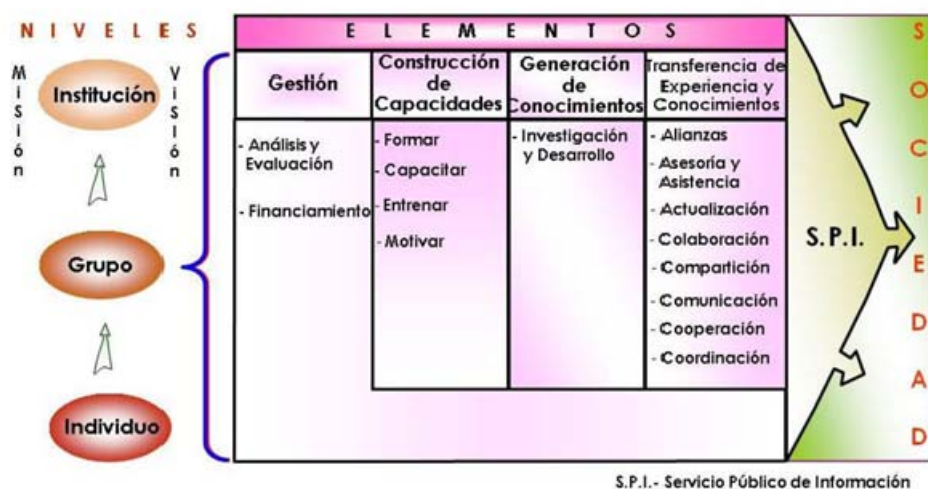


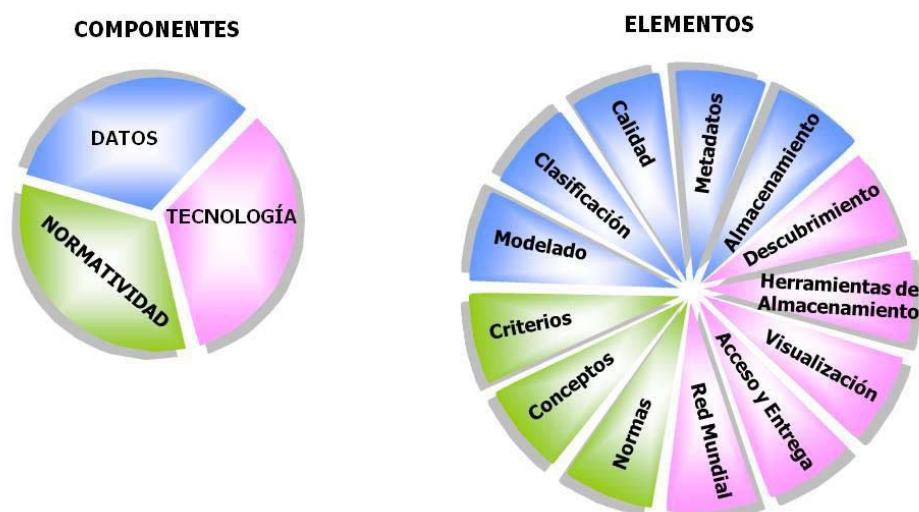
Figura 61. Niveles y elementos de fortalecimiento institucional IDEMex. INEGI, 2009

## ***Dimensión técnica***

Esta Dimensión agrupa tres componentes estrechamente relacionados entre sí por sus interdependencias naturales. Cada uno de los componentes que incluye es un mundo técnico en sí mismo. Los componentes que la integran son:

- Datos
- Normas y especificaciones
- Tecnología

### **Componentes y Elementos de la Dimensión Técnica**



*Figura 62. Componentes y elementos de la dimensión técnica IDEMEX. INEGI, 2009*

### **Componente de datos**

Los datos, la información y el conocimiento son necesarios para tomar decisiones acertadas en la planeación y desarrollo de políticas públicas con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible y el bienestar de la sociedad. En forma general, un dato se concibe como un registro digital con combinaciones de valores de atributos que lo hacen único e inconfundible respecto a otros datos espaciales, debe contener

un atributo que lo relacione con el tiempo para fines de comparabilidad. Un Dato Espacial corresponde a una ocurrencia de un Objeto Espacial.

Los datos, se refieren a unidades mínimas con una carga de atributos que le describen, caracterizan y sitúan en el espacio tridimensional. Para esto, previamente debe elaborarse y documentarse un Modelo, bajo las reglas del cual se generarán los datos.

Se conformó en el INEGI el Modelo Conceptual de Datos, el cual contiene los elementos que se deben tomar en cuenta, desde su generación, para obtener datos espaciales comparables, compartibles, compatibles, confiables, consistentes y completos, que en el contexto de la IDEMex ofrecerán a los usuarios un mejor aprovechamiento. Éste se compone de cinco elementos:

1. Modelado
2. Clasificación
3. Calidad
4. Metadatos
5. Almacenamiento

### Elementos del Modelo de Datos

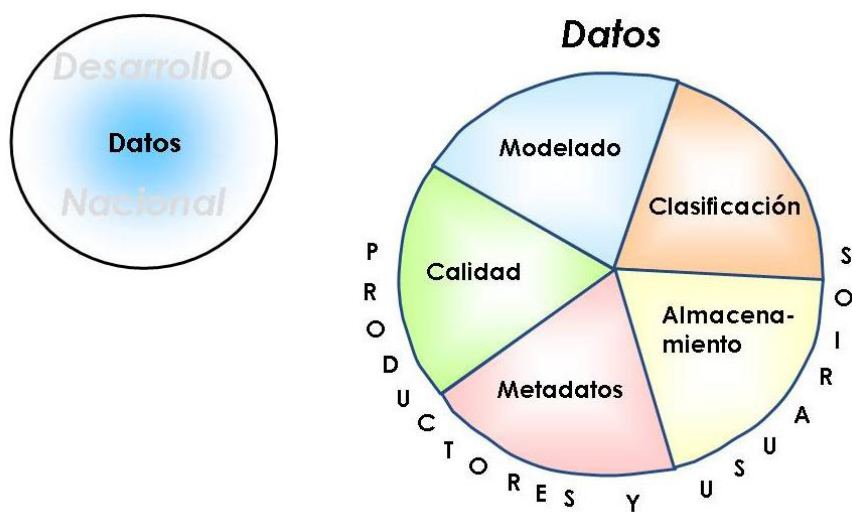


Figura 63. Elementos del modelo de datos de la IDEMex. INEGI, 2009

También es necesario hacer clasificaciones de datos para su administración, manejo, tratamiento y aprovechamiento. Una clasificación que se ha adoptado es la siguiente:

**Grupos de datos.** Son aquéllos con los cuales es posible construir estructuras de información lógica, consistente, exacta, racional e intercambiable. Deben permitir el análisis y obtener una plataforma de uso general que proporcione una arquitectura diseñada para el servicio de integración de datos en información y ser capaces de aceptar sobreposición de datos de otro tipo, a condición de que cumplan con las normas técnicas y especificaciones declaradas para los grupos de datos.

De acuerdo con la LSNIEG, los Grupos de Datos son: marco de referencia geodésico; límites costeros, internacionales, estatales y municipales; datos de relieve continental, insular y submarino; datos catastrales, topográficos, de recursos naturales y clima, así como nombres geográficos.

**Datos de valor agregado.** Se distinguen por ser adicionales a los grupos de datos, además de ser de interés y uso específico para diversos usuarios y productores que pueden pertenecer a los ámbitos sectorial, regional, estatal, municipal, urbano u otros. Además, tienen un amplio espectro de detalle temático y de cobertura territorial.

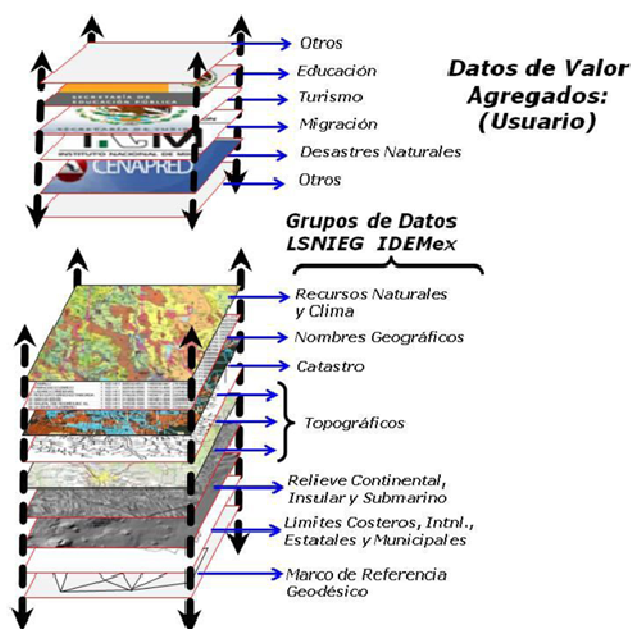


Figura 64. Clasificación de los datos espaciales. INEGI, 2009

## **Componente de normas y especificaciones**

Las Normas y las Especificaciones Técnicas constituyen el marco regulador para que los datos que se generen y la información que se integre tengan el común denominador de la comparabilidad, compartibilidad, compatibilidad, confiabilidad, consistencia y completitud. La norma es una expresión descriptiva de obligatoriedad, expresada en modo de texto. Las “especificaciones” que necesariamente le acompañan indican numéricamente los aspectos que caracterizan a los datos.

La importancia de las normas y especificaciones se aprecia en las experiencias en otros países y en varias organizaciones mexicanas, en las que se muestran los problemas a los que conduce el no haber diseñado los datos de manera adecuada, y el no haber contado con normas y especificaciones, lo que ha puesto a esos países y a esas organizaciones en una situación crítica, ya que cuentan con enormes volúmenes de datos producidos sin normas y especificaciones. Esta clase de problemas impide el acceso a la información y provoca costos muy altos para las organizaciones que la generan y para quienes son los usuarios.

Las normas y las especificaciones deben elaborarse por lo menos, para cada uno de los Grupos de Datos, y para todos aquellos que sea necesario, ya que éstos serán de uso general, de alcance nacional y transjurisdiccionales.

El significado entre las palabras “norma” y “especificación” difiere en cuanto a su ámbito a la vez que es complementario. Consideremos a la Norma como un mandato, como una expresión descriptiva (de obligatoriedad, de cumplimiento forzoso), expresada en su forma natural, a modo de texto, así, una norma indica de manera general el “Qué” hacer. Las “especificaciones”, constituyen un complemento de las normas, para indicar numéricamente los aspectos que caracterizan a los datos en parámetros tales como escala, dimensiones de longitud y áreas mínimas, exactitud posicional, geometría y atributos sujetos de medición y comparación, por ejemplo.

El Artículo 57 de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica señala que el Instituto deberá elaborar y someter a consideración del Comité ejecutivo correspondiente, las normas técnicas y las metodologías que sean necesarias para realizar las Actividades Estadísticas y Geográficas de alguna materia o sector, cuando la Unidad que corresponda no las proponga oportunamente o estas

no tomen en cuenta los estándares nacionales e internacionales o, en su caso, las mejores prácticas en la materia.

Actualmente, el INEGI está desarrollando un Programa Nacional de Normas en materia geográfica (PRODENOR) para generar datos, integrar datos en información y compartir datos, de acuerdo con el siguiente modelo:

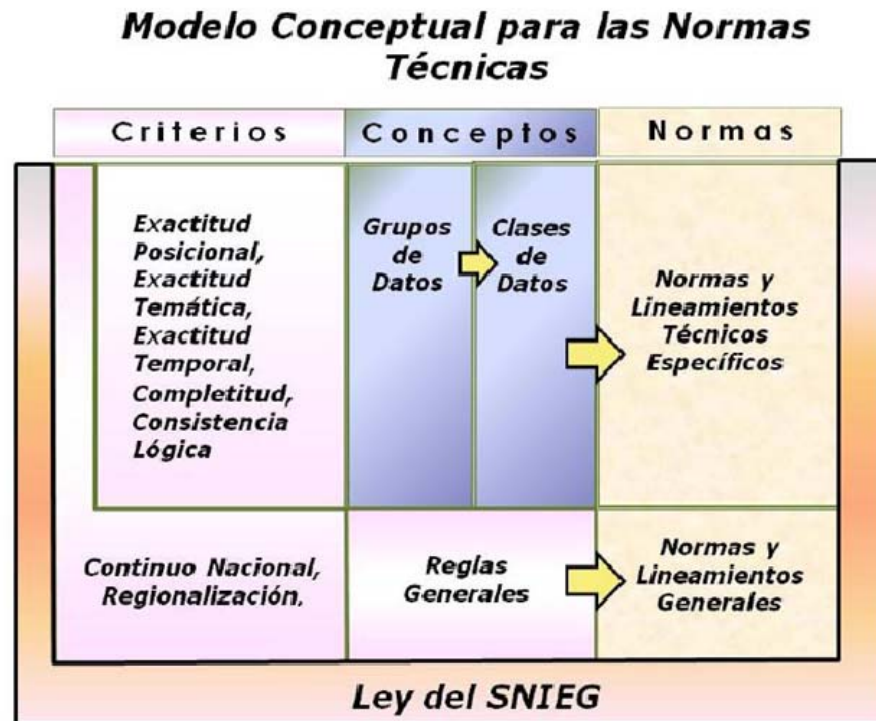


Figura 65. Modelo conceptual para las normas Técnicas. INEGI, 2009.

### Componente de tecnología

Se refiere inicialmente tanto a las tecnologías para captar, extraer, procesar, organizar, integrar y representar datos e información geográfica y estadística, como a las tecnologías necesarias para su compartición e intercambio y las labores de interoperabilidad que se obligan debido al carácter digital de los datos, a sus volúmenes extraordinarios y a la facilidad que ofrecen las tecnologías de información. Esta componente incluye también la contraparte del hardware, es decir, el software, ya que en “Tecnología”, ambos están hermanados y se desarrollan paralelamente aunque con velocidades no necesariamente iguales. Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) siguen una arquitectura basada en Internet, y protocolos y servicios de la Web

en los que se puede descubrir, visualizar, acceder y entregar los datos mediante servicios. Aun cuando estos mecanismos están altamente relacionados y hasta podrían pasar por desapercibidos para el usuario al considerarlos como uno sólo, se irán describiendo por separado para simplificar su presentación.

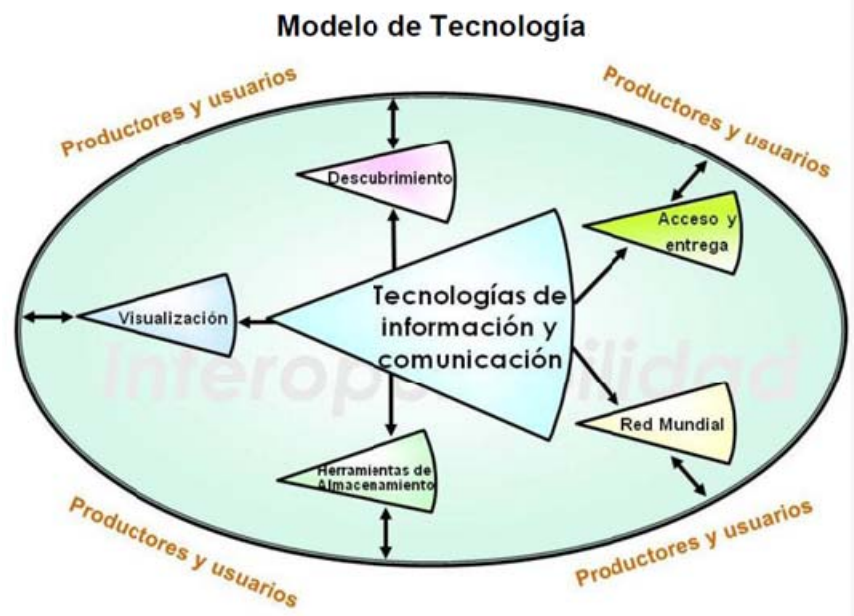


Figura 66. Modelo de tecnología IDEMEX. INEGI, 2009.

## Descubrimiento de los datos

Los datos se encuentran disponibles en diversos sitios y en distintas presentaciones, por lo que es conveniente contar con medios que permitan el descubrimiento de los mismos de una manera ágil y eficientemente, como sería a través de un servicio de catálogo distribuido que localiza los metadatos correspondientes a la solicitud realizada y ubicados en un servidor o varios servidores específicos, incluso en nodos locales.



## **Herramientas de almacenamiento de datos**

Los datos se concentran en bases de datos espaciales, en Sistemas de información geográfica o en almacenes de datos espaciales, mejor conocidos como *spatial data warehouses*, para poder acceder a ellos mediante los servicios de catálogo.

## **Visualización de los datos**

Para ver y utilizar los datos de manera digital, se pueden aprovechar los servicios web que nos permiten construir mapas, llamar imágenes o datos vectoriales, trabajar con los datos y realizar análisis.

## **Acceso y entrega de los datos**

El acceso y la entrega de los datos puede realizarse a través de la web, bajar la información, ordenar por teléfono, correo electrónico, fax y comercio electrónico (e-comercio), hacia mapas interactivos, imágenes satelitales y bases de datos o Sistemas de información geográfica. Los medios que se utilizan para el descubrimiento y la visualización de los datos nos permiten acceder a ellos y que nos sean enviados.

Los sitios en los que se encuentra la información pueden ser solamente depósitos de los que recibiremos datos o información geográficos propiamente dichos o centros de servicios geográficos con múltiples soluciones en las que se pueden combinar o geoprocesar los datos según las necesidades del solicitante.

## **Red mundial**

A través de Internet, se pueden compartir e intercambiar los datos rápida y eficientemente gracias a la tecnología que se encuentra detrás, como son los protocolos, los lenguajes y otras especificaciones.

A manera de conclusión de este apartado, se puede decir que en México se está desarrollando una conciencia de primera magnitud sobre la trascendencia que en

los tiempos actuales adquiere la información geográfica como instrumento para impulsar el desarrollo nacional a través de los planes y programas y los altos conceptos asociados a la sostenibilidad del desarrollo económico y social, lo cual conforma indudablemente una aspiración estrechamente asociada al beneficio general de la sociedad.

#### **6.4 Otros factores que influyen en el diseño de los Sistemas de información geográfica**

En el devenir histórico, los Sistemas de información geográfica se han visto influenciados por diversos aspectos, entre los cuales se encuentran el desarrollo y el progreso de diversas disciplinas como la Topografía, Geodesia, Fotogrametría, Cartografía, Geología, Geografía, Teledetección, Hidrología, entre otras, que tienen relación con la naturaleza, el estudio y el manejo de la información geográfica, desde el punto de vista particular de cada una de ellas.

Otro aspecto que ha impactado el diseño y desarrollo de los Sistemas de información geográfica, es la evolución de las tecnologías de información y comunicación, las cuales han modificado sustancialmente la base del desarrollo social y económico de la civilización actual, caracterizada por la capacidad de los individuos para obtener, analizar y compartir cualquier tipo de información, pero además, de entenderla, transformarla y aplicarla en sus actividades cotidianas.

Estos dos aspectos mencionados -el desarrollo de las ciencias que estudian la Tierra y la evolución de las tecnologías- han generado la aparición de una nueva disciplina denominada *Geomática*, la cual desde el punto de vista gramatical se genera a partir de la unión de los términos *Geo* (Tierra) y *Mática* (Informática), es decir, el estudio de la Tierra a través del tratamiento automatizado de la información.

Este término fue propuesto en 1969 por Bernard Dubuisson<sup>226</sup> y hace referencia a la integración sistémica de algunas técnicas y metodologías como levantamiento de datos, posicionamiento global, percepción remota (teledetección), fotogrametría, cartografía automatizada y Sistemas de información geográfica para la

---

<sup>226</sup> Santerre, R. & Bourgon, S. *Cronología de la Geomática*. Disponible en: [http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Histo/GMT/histoGMT\\_p13.htm](http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Histo/GMT/histoGMT_p13.htm) [Consulta: 20-08-2012].

adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada.

En México, fue hasta inicios del año 2000 cuando se comenzó a incursionar en ésta disciplina. En un análisis realizado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en el 2004 se observa que solo dos instituciones ofrecían programas de estudio de Ingeniería Geomática: la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, y la Universidad de Guanajuato<sup>227</sup>.

Posteriormente fueron agregándose otras instituciones en la oferta de este programa de licenciatura, tales como la Universidad Nacional Autónoma de México la Universidad de Colima, la Universidad Autónoma del Estado de México y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Institución	Duración	Ubicación geográfica
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	8 sem	Tuxtla Gutiérrez, Chis
Universidad de Guanajuato	9 sem	Guanajuato, Gto.
Universidad Nacional Autónoma de México	8 sem	México, D.F.
Universidad de Colima	8 sem	Colima, Colima
Universidad del estado de México	9 sem	Toluca, Estado de México
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	10 sem	San Luis Potosí, S.L.P.

*Figura 67. Instituciones de Educación Superior que ofrecen la licenciatura en Ingeniería Geomática en México. CITAC (Colegio de Ingenieros Topógrafos A.C.), 9º Congreso Nacional e Internacional de Ingeniería Topográfica, Geodésica y Geomática. Aguascalientes, Ags. México, 2006. En: Cárdenas Tristán, A. (2008)*

En cuanto a los beneficios que se generan en las instituciones al incorporarse programas educativos innovadores, atractivos y pertinentes, estos pueden ser analizados desde los principales actores involucrados.

Para los alumnos, los beneficios que se obtienen a partir de su formación en una disciplina emergente como la Geomática, son las posibilidades de incorporarse en el campo laboral y participar activamente en el desarrollo de muy diversos programas y proyectos del sector público y privado.

<sup>227</sup> Cárdenas Tristán, A. *De la Topografía a la Geomática. Evolución Educativa, Científica y Tecnológica*. Documento interno de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. 2008.

Para los profesores e investigadores significan retos y oportunidades al incorporarse más temas, así como en la generación de conocimientos a partir de las nuevas materias. Asimismo, se tienen grandes oportunidades para el desarrollo de nuevas líneas de investigación que permitan a su vez la transferencia de estos y el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones en beneficio de la sociedad.

Para las instituciones educativas significa cumplir con sus funciones sustantivas, a partir de la formación de nuevos profesionales orientados a resolver necesidades y problemáticas actuales; la investigación en áreas de interés local, regional y nacional; así como la transmisión de este conocimiento a la sociedad a la que sirve.

En cuanto a las innovaciones incorporadas en estos programas, se pueden señalar una serie de líneas directas de investigación surgidas en países con avances en ésta materia, así como por algunas asociaciones internacionales tales como: *International Cartographic Association (ICA)*<sup>228</sup>; *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*<sup>229</sup>; *International Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*<sup>230</sup>; *National Geodetic Survey (NGS)*<sup>231</sup>. Estas líneas de investigación y de desarrollo son las siguientes:

- La generalización cartográfica automática
- Las bases de datos espaciales
- La representación múltiple de objetos en bases de datos espaciales
- La Geomática cognitiva
- El *geobusiness* o *geomarketing*
- Servicios basados en la localización (*Location based services* - LBS )
- Sistemas y servicios para tecnologías móviles
- Sistemas de posicionamiento
- Geomática aplicada
- Sistemas expertos

---

<sup>228</sup> International Cartographic Association(ICA). Disponible en: <http://www.icaci.org> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>229</sup> International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS). Disponible en: <http://www.isprs.org> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>230</sup> International Global Navigation Satellite Systems (IGNSS). Disponible en: <http://igs.cb.jpl.nasa.gov> [Consulta: 20-08-2012]

<sup>231</sup> National Geodetic Survey. Disponible en: <http://www.ngs.noaa.gov/GPS/GPS.html> [Consulta: 20-08-2012]

- Modelización geométrica en 3D. Entre otros.

Otros aspectos considerados como factores que impactan el diseño y desarrollo de los Sistemas de información geográfica, son los relacionados con los usuarios, así como los correspondientes a los generadores de Documentos geográficos.

Bajo la perspectiva de los usuarios, algunos de los aspectos sustanciales que se consideran relevantes son los siguientes:

#### *Aspectos legales del uso de la Información Geográfica.*

Los aspectos legales relacionados con la información geográfica es un debate abierto, sobre todo en nuestro tiempo con la facilidad de intercambio y uso, que está provocando la aparición de nuevas casuísticas no contempladas hasta el momento. Acceder a tanta información de forma tan variada es mágico. Tener claros los muchos aspectos legales que se suscitan, reales o posibles, parece un infierno<sup>232</sup>.

En relación a los aspectos legales relacionados con los Sistemas de información geográfica, éstos pueden ser analizados desde diversas ópticas, tales como el derecho privado, público e internacional. Asimismo, hay una gran diversidad de conceptos relacionados a los asuntos contractuales, de derecho de autor, aspectos penales y de política pública contenidos en las leyes y tratados que regulan este tema, además de los aspectos legales relacionados con la propiedad, los aspectos constitucionales, la administración, la gestión de la información geográfica y los cuerpos reguladores que existen para todas estas materias<sup>233</sup>.

---

<sup>232</sup> Blog de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Disponible en: <http://blog-idee.blogspot.com/2011/02/aspectos-legales-de-la-informacion.html> [Consulta: 20-08-2012].

<sup>233</sup> Seguinot Barbosa, J.; Sandoz Vera, B.; Bonkosky Medina, M. *Aspectos Legales de los Sistemas de información Geográfica (SIG) y el desarrollo sostenible en Puerto Rico*. Revista Jurídica de LexJuris de Puerto Rico. Vol. 10, Febrero de 2007, Núm. 1. Disponible en: <http://www.lexjuris.com/revista/opcion1/2007/Aspectos%20Legales%20del%20SIG.htm> [Consulta: 20-08-2012].

### *Alfabetización cartográfica*

La alfabetización cartográfica hace referencia al proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el cual se desarrollan las estructuras cognitivas y habilidades que posibilitan la eficacia de la lectura de documentos de tipo geográfico<sup>234</sup>.

Para que este proceso de enseñanza-aprendizaje sea adecuado, se debe tener en cuenta que el lenguaje cartográfico es un lenguaje específico que utiliza un sistema semiótico complejo, el cual precisa ser decodificado y aprendido de acuerdo al estadio y contexto de cada persona. Asimismo, deben tenerse en consideración las interacciones sociales que se realicen, la familiaridad que tenga en relación con el espacio representado, las vinculaciones emocionales que se tengan con dicho espacio, entre otras.

Cabe señalar que en este proceso se trata de un trabajo progresivo que se ha de iniciar en los primeros años de la escolaridad y que debería ir avanzando en niveles de complejidad creciente, con lo cual se garantizaría un mejor entendimiento y uso de la información geográfica existente.

### *Cultura de compartir datos e información*

En México hay poca tradición de compartir datos e información, lo cual, aparte de generar un mayor gasto por lo que significa la compra de una misma información o el uso de equipos costosos, se reduce la productividad de investigación y las bajas prácticas de análisis secundario y el reciclado de datos.

Dentro de las razones más comunes que los usuarios externan de no realizar estas prácticas para beneficios de otras personas<sup>235</sup>, se tienen las siguientes:

*Por la confidencialidad de los datos.* En la mayoría de los casos, los datos a los que se hace referencia podrían ser compartidos sin problema y en caso de excluir los datos “sensibles”, se dejarían fuera apenas un porcentaje mínimo de éstos.

---

<sup>234</sup> Para mayor información relacionada con los tipos de documentos geográficos, consulte el apartado 2.10 de este trabajo.

<sup>235</sup> Botella Ausina, J. y Ortego Maté, C. Compartir datos: hacia una investigación más sostenible. *Psicothema* 2010. Vol. 22, no. 2, pp. 263-269. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/727/72712496014.pdf> [Consulta: 20-08-2012].

El *esfuerzo invertido*. Esta segunda razón hace referencia al esfuerzo o trabajo realizado para obtener los datos en cuestión y no se quiere que otros se aprovechen de sus logros.

El *cuestionamiento de su competencia profesional*. Un re-análisis podría llevar a conclusiones diferentes, poniendo en duda su competencia para explotar sus propios datos o, incluso, para cuestionar su integridad. Sin embargo, los debates en este sentido probablemente serían fructíferos.

Otro motivo esgrimido es el que tiene que ver con la *prevención ante usos malintencionados de los datos*, pues podrían ser malinterpretados por alguien con una determinada agenda política.

Por último, una razón pocas veces reconocida es que algunos investigadores son *incapaces de registrar y presentar sus datos* en un formato no ambiguo, fácil de leer y archivable.

#### *Mala o incompleta catalogación de los recursos de información*

Para el caso que nos ocupa, relacionado con los datos, documentos y la información geográfica, muchas de las veces los usuarios de éstos son también generadores de documentos e información, que por desconocimiento, falta de tiempo o poca formalidad en su trabajo, no realizan el registro de sus materiales o dejan incompletos los datos de sus registros.

Cabe mencionar que tal y como se señalaba anteriormente, los Documentos geográficos pueden ser sujetos de control bibliográfico, no obstante, en el ámbito de los recursos digitales, los sistemas de catalogación utilizados son los denominados perfiles de metadatos, de los cuales ya se habló ampliamente en el capítulo 7 de este trabajo.

### *El entorno o ambiente en el que se generan los Sistemas de información geográfica*

Este concepto tiene relación con todo lo que rodea a los Sistemas de información geográfica y su desarrollo, los cuales se vinculan con un conjunto de influencias externas que están fuera de su control y que pueden ser generales o específicas<sup>236</sup>.

A su vez, los aspectos generales ejercen una influencia indirecta y entre ellos pueden mencionarse:

- El desarrollo tecnológico
- El estado de la economía, la política y la sociedad

Entre los factores que ejercen influencia específica, se encuentran personas e instituciones que tienen contacto directo con los Sistemas de información geográfica, tales como:

- La organización a la que pertenece, en la que se desarrolla o en la que se utiliza
- Los consumidores o usuarios
- Los proveedores o suministradores
- Los competidores
- Las agencias gubernamentales
- Las instituciones académicas
- Las organizaciones relacionadas con las disciplinas involucradas o afines

### *Características de los Servicios de información geográfica*

Desde el punto de vista de los servicios, las características que se deben considerar para ofrecer un buen servicio de acuerdo con López<sup>237</sup> y orientando estos a los relativos con la información geográfica, son los siguientes:

---

<sup>236</sup> Ponjuán Dante, G. *Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones*. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 1998.

<sup>237</sup> López, C. *Los 10 componentes básicos del buen servicio*. Gestipolis, 2001. Disponible en: <http://www.gestipolis.com/canales/demarketing/articulos/no13/10componentes.htm> [Consulta: 20-08-2012]



*Seguridad.* La cual es bien cubierta cuando se garantiza al cliente cero riesgos, cero peligros y cero dudas en el servicio.

*Credibilidad.* Se basa en la relación de confianza generada a partir de la veracidad y congruencia de los servicios prestados.

*Comunicación.* Se relaciona con la interface provista al usuario, el lenguaje utilizado, la forma de presentación de la información, así como el medio y la utilización de ésta en vista a una buena transmisión.

*Comprensión del cliente.* Este aspecto hace referencia a entender las necesidades de información de los usuarios, el contexto de ésta, las formas de presentación y representación, los tiempos de respuesta, es decir, *ponerse en los zapatos* del usuario para entenderlo.

*Accesibilidad.* Hace referencia a la definición de los procedimientos y formas para poder acceder tanto a los servicios o sistemas, como a los datos manejados dentro de ellos. Lo anterior asimismo requiere del establecimiento de orden, organización y estandarización en los diferentes módulos funcionales; de la retroalimentación con los usuarios y de la apertura para mejoras, cambios y adecuaciones.

*Cortesía.* Se relaciona con el trato y atención a los usuarios tanto en la prestación del servicio, como en la resolución de dudas, problemas o inquietudes relacionados con éstos o con la información.

*Profesionalismo.* Referidas a la posesión de los conocimientos, habilidades, aptitudes y valores por parte de todos los miembros de la organización para el desarrollo y préstamo de los servicios.

*Capacidad de respuesta.* Se refiere a la posibilidad de dar el servicio en los tiempos y formas como los usuarios lo requieren.

*Fiabilidad.* Es el grado de probabilidad de que el servicio o sistema funcione correctamente y acorde a las necesidades de los usuarios.

*Infraestructura.* Se trata de contar con la infraestructura necesaria y en buenas condiciones que permitan el adecuado funcionamiento y préstamo de los servicios. Para nuestro caso se estará hablando de los recursos de información, personal capacitado, equipamiento, instalaciones, enlaces de telecomunicación, así como otros canales y medios de comunicación.

En cuanto a los elementos requeridos por la Cartografía para la adecuada construcción de los mapas se tienen:

*Sistemas de referencia,* a través de la cual se puede establecer la localización de los datos geográficos sobre la superficie de la Tierra.

*Proyección,* por medio de ésta se considere la forma de la superficie terrestre.

*Escala,* que corresponde a la relación entre la medida real del terreno y la que se establece en el mapa;

*Simbología,* a través de la cual se representa y transmiten los mensajes, que devienen del significado de los símbolos en cuestión.

## **6.5 Principales Sistemas de información geográfica existentes en México**

Debido a que los Sistemas de información geográfica son una herramienta de mucha utilidad en una gama muy amplia de aplicaciones (como las que se mostraban en el apartado 3.6 de este trabajo), en los últimos veinte años éstos han sido incorporados en diversas instituciones públicas y privadas para apoyar sus actividades.

A continuación se presentan algunos de los principales Sistemas de información geográfica desarrollados y disponibles para su consulta:

### *Atlas Nacional Interactivo de México (ANIM)<sup>238</sup>*

Es el marco para la integración y el descubrimiento del acervo de información estadística y geográfica disponible en México. Bajo este contexto y con el objetivo de simplificar esta labor, surge como una vertiente del servicio público de información, donde el usuario puede consultar información geográfica generada en una variedad de entidades a través de una interfaz única.

Como una expresión concreta de la Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEMex) en su dimensión técnica, el Atlas Nacional Interactivo de México ha sido concebido como un servicio distribuido de consulta de información geográfica en el que el usuario tiene acceso, a través de un portal web, a servicios complementarios entre sí que encapsulan temas en capas específicas de información.



*Figura 68. Atlas nacional interactivo de México. IDEMEX, INEGI*

<sup>238</sup> Atlas Nacional Interactivo de México (ANIM). Disponible en: <http://www.atlasdemexico.gob.mx> [Consulta: 21-08-2012]

### *Instituto Nacional de Estadística Geografía (INEGI)*

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se creó en enero de 1983 por decreto presidencial, e integró en su estructura a:

- La Dirección General de Estadística, en funciones desde 1882, cuando pertenecía a la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio.
- La Dirección General de Geografía, establecida en 1968 y que estaba adscrita a la Secretaría de la Presidencia.
- La Dirección General de Política Informática.
- La Dirección General de Integración y Análisis de la Información.

Con la promulgación de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG) el 16 de abril de 2008, el INEGI cambió su personalidad jurídica, adquiriendo autonomía técnica y de gestión. Su nueva denominación es Instituto Nacional de Estadística y Geografía, pero conserva las mismas siglas (INEGI).

El objetivo prioritario del INEGI es lograr que el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) suministre a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional, bajo los principios de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia.

Dentro de sus principales Sistemas de información geográfica que se encuentran disponibles para su consulta, están los siguientes:

#### Mapa Digital de México<sup>239</sup>

Es un sistema de consulta de información vía web que facilita la consulta y el análisis de información geográfica y estadística que genera el INEGI. Contiene conjuntos de datos en escalas 1:1'000,000; 1:250,000; 1:50,000 y en algunos casos de máxima precisión 1:1.

---

<sup>239</sup> Mapa Digital de México. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html> [Consulta: 21-08-2012]

Internamente maneja 152 capas de información vectorial, con más de 35 millones de objetos geográficos (60GB aprox.) y 4 coberturas raster (más de 1 TB).

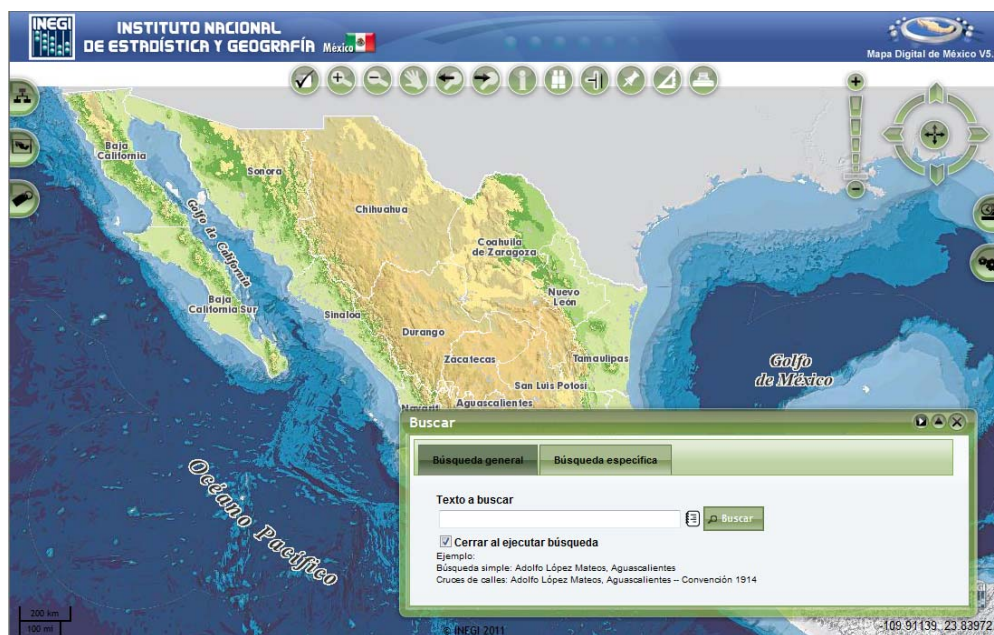


Figura 69. Mapa digital de México. INEGI

## Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (IRIS)<sup>240</sup>

IRIS es un Sistema de información geográfica de escritorio, orientado a relacionar la información geográfica y estadística que se genera en el INEGI y en otras unidades productoras y usuarias de información geográfica.

Cuenta con servicios que facilitan el estudio de los objetos geográficos a través del conocimiento de su ubicación espacio-temporal, así como de sus atributos asociados; tales servicios brindan al usuario la posibilidad de:

- Dimensionar en forma gráfica la información contenida: acercamientos, selección de capas de información, localizaciones, mediciones, entre otras.

<sup>240</sup> Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema (IRIS). Disponible en: [http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/siige/siige\\_prom.cfm?c=401](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/siige/siige_prom.cfm?c=401) [Consulta: 21-08-2012]

- Analizar e interpretar los contenidos geográficos y tabulares: operaciones matemáticas, mapas temáticos, gráficos estadísticos, análisis espacial, análisis estadístico básico, etcétera.
- Integrar información a través de proyectos: incorporación de información vectorial y raster, asociación de información documental y tabular, administración de propiedades de despliegue.
- Crear, modificar y exportar objetos geográficos vectoriales y tablas de información, modificar la fuente de los datos, y cambiar las proyecciones cartográficas.



Figura 70. Información referenciada geoespacialmente integrada en un sistema (IRIS). INEGI

El INEGI ha puesto a disposición del público, conjuntos de datos geográficos digitales referidos a las escalas 1:20,000 (Ortofotos digitales), así como 1:50,000 y 1:250,000: Modelos digitales de elevación, Datos topográficos vectoriales y Datos toponímicos.

Para contribuir a un mejor aprovechamiento de esta información, se desarrollan metadatos para los productos mencionados. Los metadatos se encuentran disponibles para consulta a través de Internet.

INEGI INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Inicio | Contacto | Síguenos: [Facebook] [Twitter] [YouTube]

**CRITERIO 4) Seleccionar los Servidores que contiene(n) los Acervos con los Metadatos de Interés (obligatorio).** Ayuda...

Especificar las fuentes de los metadatos para la consulta y el número de registros que serán recuperados de cada fuente. Usar las combinaciones de la tecla de control para hacer múltiples selecciones.

**Nodos Nacionales:**

- ☒ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- ☒ Español
- ☐ Inglés
- ☐ Ninguno
- ☐ Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
- ☐ Registro del Territorio (Colima)
- ☐ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- ☐ Servicio Geológico Mexicano (SGM)
- ☐ Servidor de Metadatos del Estado de Jalisco (SMEJ)
- ☐ Sistema de Información Geográfica del Estado de Tabasco (SIGET)
- ☐ Sistema Estatal de Información Geográfica (SEIG - Guanajuato)

**Nodos Internacionales:**

- African Water Information
- Alamo Area Council of Governments
- Alaska Geospatial Data Clearinghouse
- Anchorage Alaska Geospatial Data Clearinghouse Node
- Arctic System Science Data Coordination Center Clearinghouse Node
- Australia - ACT Spatial Data Directory
- Australia - BRS - Incorporating Other Commonwealth Data
- Australia - NT Spatial Data Directory
- BRD Bibliographic Metadata Node
- Bureau of Land Management Geospatial Data Clearinghouse
- Bureau of Transportation Statistics - US DOT
- Centre de Sûreté Ecologique - SENEGAL
- Chicago Regional Clearinghouse Cooperative
- CIAT GIS Web Server
- City of Fort Worth

Número máximo de registros para mostrar en cada página de resultados: 30 Registros

Figura 71. Gateway institucional de metadatos geográficos. INEGI

<sup>241</sup> Gateway Institucional de Metadatos Geográficos. Disponible en:  
<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/normatividad/metadatos/gateway.cfm?s=geo&c=955>  
[Consulta: 21-08-2012]



Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales  
escala 1:1'000,000<sup>242</sup>

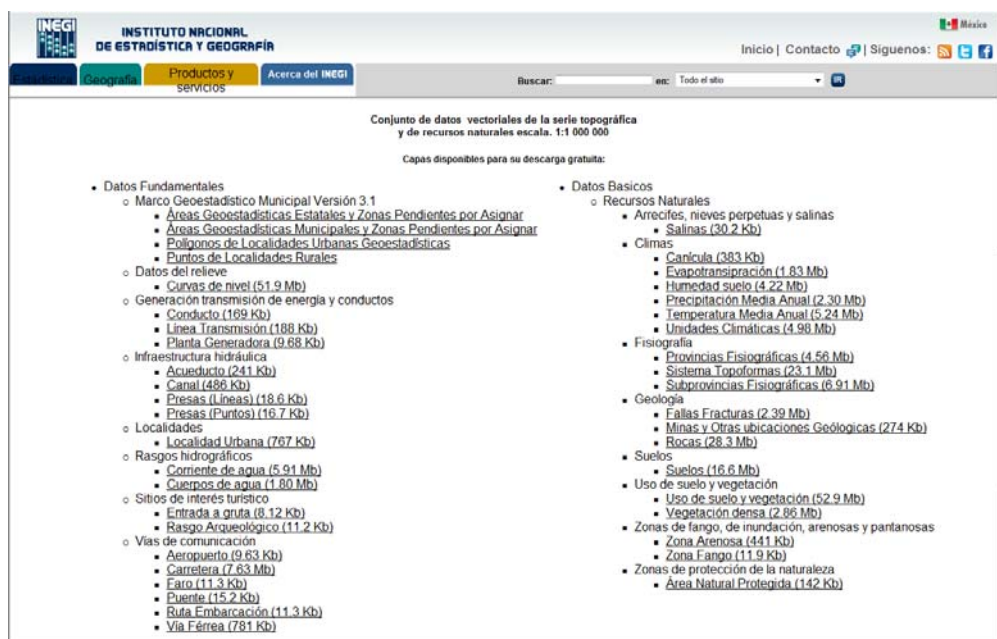


Figura 72. Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales  
escala 1:1'000,000. INEGI

### Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Es la dependencia del Gobierno Federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales y bienes y servicios ambientales de México, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

Dentro de las acciones relacionadas con la Geomática, la SEMARNAT ha creado el Espacio digital geográfico (ESDIG)<sup>243</sup>, cuyo objetivo es poner a disposición del público el acervo de información ambiental, aprovechando para ello las facilidades que brindan el adquirir, almacenar y organizar la información en forma digital.

<sup>242</sup> Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala 1:1'000,000. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/data/inf1m/?c=720> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>243</sup> Espacio Digital Geográfico (ESDIG). Disponible en: <http://infoteca.semarnat.gob.mx> [Consulta: 21-08-2012]



A través de este servicio se cuenta con más de 350 cartas digitales, coberturas multitemporales de imágenes satelitales de los principales sensores remotos; documentadas a través de metadatos geográficos. Así, este acervo es el sustento de los mapas del ambiente, cuyas principales temáticas son: vegetación, uso de suelo, áreas naturales protegidas, clima, suelos, entre otros.



Figura 73. Espacio digital geográfico. SEMARNAT

### *Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)*

Es un organismo público descentralizado cuyo objeto es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas para la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

La gerencia de Inventario Forestal y Geomática, ha participado muy activamente desde el inicio de la operación de este organismo y cuenta con un amplio acervo de información digital en línea que se puede consultar a través de la aplicación web e-mapas, a través de su sitio web o a través del sitio web de la SEMARNAT.

Dentro de los proyectos desarrollados están los siguientes: proyecto de Desarrollo sustentable de montañas, Servicios ambientales, la aplicación SICAD (GPS), la aplicación Explorafor (percepción remota), así como análisis de información específicos para la planeación y administración de los programas de la CONAFOR y otras instancias con las que colabora.

Asimismo se desarrollaron la especificaciones técnicas para el monitoreo de la cobertura de la vegetación basado en imágenes de satélite modis; el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) y el Monitoreo Forestal, el cual consiste en la interpretación de imágenes de satélite por medio de software especializado y apoyada con el trabajo de campo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos para determinar la dinámica de cambio en la vegetación de México cada año.

### *Instituto Nacional de Ecología (INE)*

Uno de los principales objetivos del INE consiste en generar información científica y técnica relacionada con la problemática ambiental que afecta al territorio mexicano, así como difundirla para apoyar la protección ambiental y promover el manejo sustentable de los recursos naturales del país.

Desde el año 2000, esta Institución se ha dado a la tarea de producir información geográfica para todo el territorio nacional relacionada con la situación actual de los

recursos naturales y las actividades socioeconómicas de la población, misma que puede ser consultada a través de los siguientes sistemas:

#### Mapas del medio ambiente de México <sup>244</sup>

En el proyecto Mapas del medio ambiente de México, se encuentran publicados un total de 132 mapas temáticos, cuatro nacionales y 128 estatales. Se manejan mapas temáticos estatales y nacionales, así como mapas del medio físico y del medio biótico.



Figura 74. Mapas del medio ambiente de México. INE

#### Cartografía en línea (INE) <sup>245</sup>

El objetivo principal del proyecto de *Cartografía en Línea* es difundir el inventario de información geográfica con que cuenta la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, con el fin de brindar apoyo cartográfico en materia de ordenamiento ecológico, conservación de los

<sup>244</sup> Mapas del Medio Ambiente de México. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/emapas> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>245</sup> Cartografía en línea del INE. Disponible en: <http://mapas.ine.gob.mx> [Consulta: 21-08-2012]

ecosistemas y manejo integral de cuencas hídricas, para fortalecer la toma de decisiones orientadas al manejo sustentable de los recursos naturales.

La mayor parte de la información cartográfica está a la escala 1:250,000 y se encuentra dividida en 5 temas: medio físico, medio biótico, medio social, medio económico y estudios regionales.

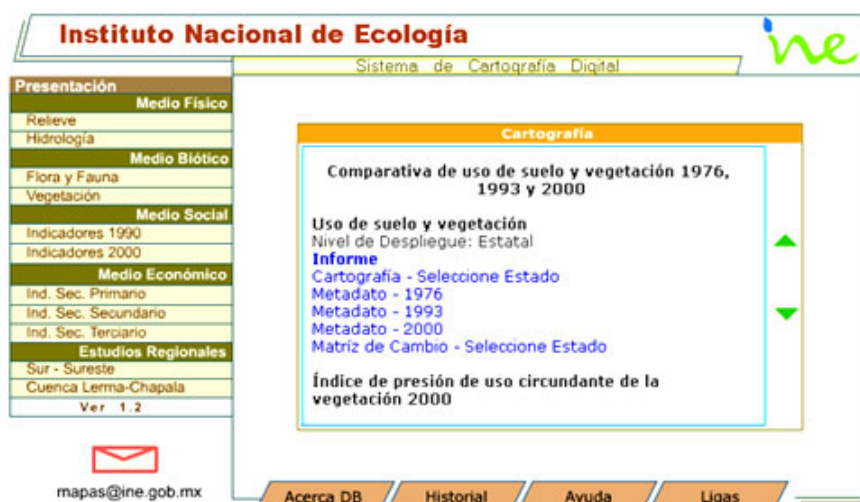


Figura 75. Cartografía en línea. INE

### Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

La Comisión Nacional del Agua tiene como misión administrar y preservar las aguas nacionales y sus bienes inherentes, para lograr su uso sustentable, con la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en general.

Para apoyar sus funciones, la CONAGUA ha constituido el Sistema de información geográfica del agua (SIGA)<sup>246</sup>, el cual utiliza información cartográfica y alfanumérica en una geobase de datos relacional distribuida a nivel Nacional cubriendo varias entidades del país.

Mediante sus módulos, el SIGA permite procesar información de los recursos hidrológicos de una manera gráfica, haciendo posible consultar las características de estos recursos así como de quienes hacen uso de ellos.

<sup>246</sup> Sistema de información geográfica de Agua (SIGA). Disponible en: <http://sigc.cna.gob.mx/> [Consulta: 21-08-2012]

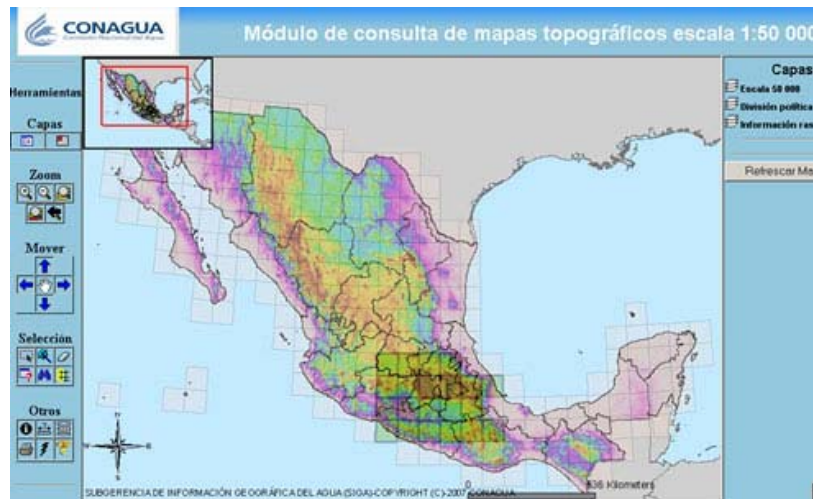


Figura 76. Sistema de información geográfica del agua (SIGA). CONAGUA

Más recientemente, la CONAGUA editó una publicación de carácter general con información estadística y geográfica, denominada *Atlas Digital del Agua 2010*<sup>247</sup> y está disponible en línea para su consulta.



Figura 77. Atlas digital del agua. CONAGUA

### *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es una comisión intersecretarial, presidida por el titular del ejecutivo federal y diez secretarías de estado, que tiene como misión promover, coordinar,

<sup>247</sup> Atlas Digital del Agua. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/> [Consulta: 21-08-2012]

apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Uno de los principales objetivos de la CONABIO desde su creación ha sido la obtención, manejo, análisis y divulgación de información de nuestra diversidad biológica, la cual es indispensable para la toma de decisiones respecto al uso y conservación de la biodiversidad, sustentada en un conocimiento científico. Para tales efectos, se ha generado el Sistema nacional de información geográfica sobre diversidad<sup>248</sup>.

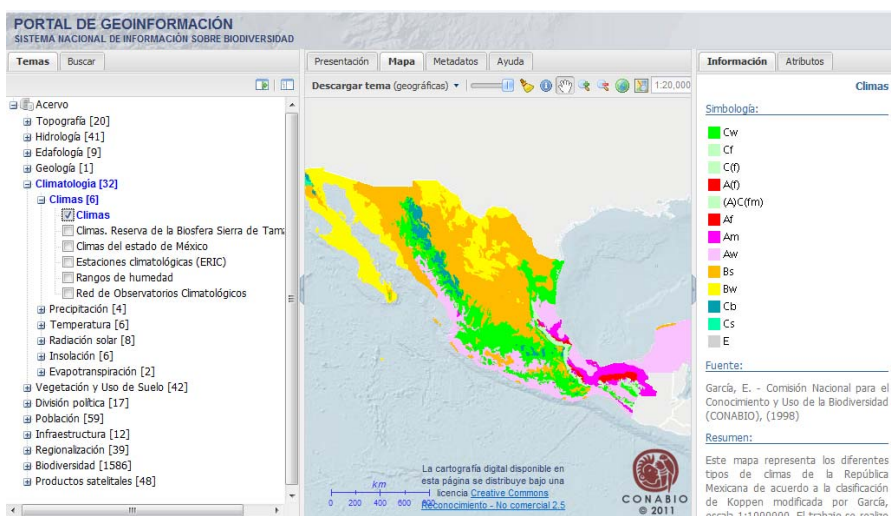


Figura 78. Sistema nacional de información geográfica sobre diversidad. CONABIO

En este sistema es posible consultar la cartografía temática e imágenes de satélite relacionadas con diferentes aspectos manejados. En el apartado de metadatos y mapoteca digital se puede acceder y obtener la descripción de cada producto a través de sus metadatos según la estructura del FGDC (*Federal Geographic Data Committee*), de igual forma se tiene acceso a cartografía digital en línea de diversos temas.

<sup>248</sup> Sistema Nacional de Información geográfica sobre Diversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis> [Consulta: 21-08-2012]



## Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas es un órgano desconcentrado de la SEMARNAT y se encarga de administrar alrededor de 150 áreas naturales de carácter federal que representan más de 17.8 millones de hectáreas.

Actualmente la CONANP utiliza la tecnología de los Sistemas de información geográfica para hacer disponible la información relacionada con las áreas naturales protegidas del país<sup>249</sup>.

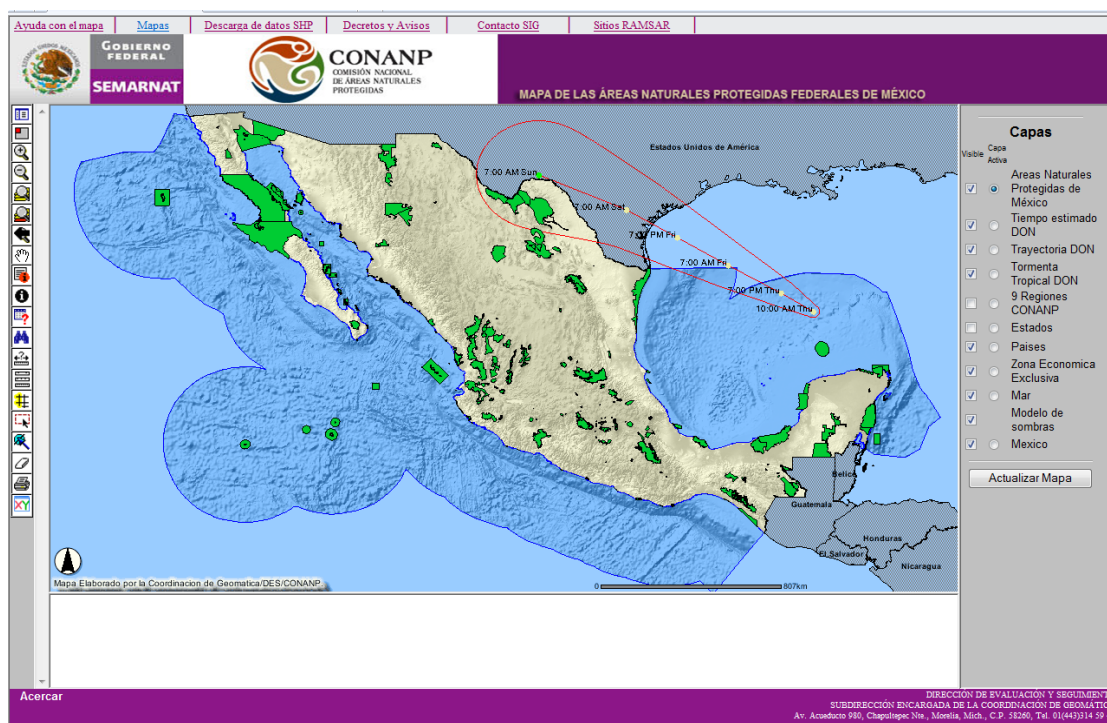


Figura 79. Sistema de información geográfica de áreas naturales protegidas. CONANP.

## Servicio Meteorológico Nacional (SMN)<sup>250</sup>

Es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. Su función primordial es vigilar y

<sup>249</sup> Sistema de información geográfica de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/anpsig/viewer.htm> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>250</sup> Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/> [Consulta: 21-08-2012]

emitir información sobre las condiciones atmosféricas del país, así como pronosticar y alertar sobre eventos hidrometeorológicos que puedan ocasionar daños a la población o a las actividades productivas en el territorio nacional.

El Servicio Meteorológico Nacional, depende de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

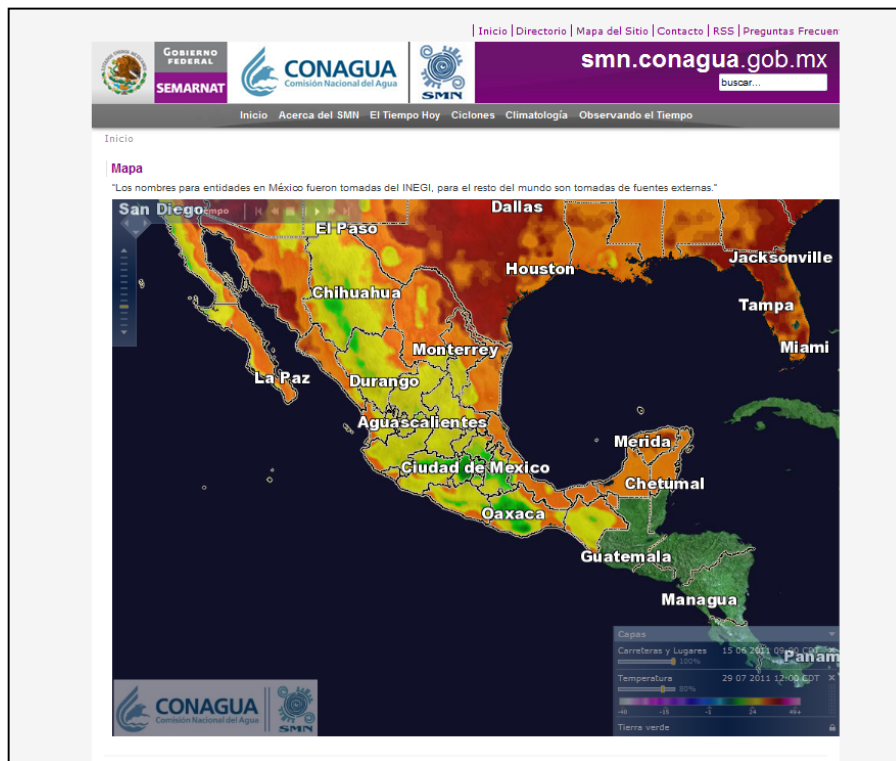


Figura 80. Servicio meteorológico nacional. CONAGUA/SEMARNAT

### *Servicio Geológico Mexicano (SGM)*

El Servicio Geológico Mexicano es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal con personalidad jurídica y patrimonio propios, regido por la Ley Minera y adscrito sectorialmente a la Secretaría de Economía a través de la Coordinación General de Minería.



Tiene como misión generar y proveer el conocimiento geológico-económico del país, maximizando su valor, enfocado al fomento de la inversión y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

Entre sus objetivos principales está el de la prestación del servicio público de información geológico-minera de acuerdo con lo dispuesto por la ley, para lo cual ha incorporado diversas tecnologías de vanguardia, entre las que se tienen los desarrollos y utilización de Sistemas de información geográfica que permiten visualizar y combinar una serie de capas de información geográfica en formato vectorial y/o raster, generando con ello nuevas coberturas o niveles de información<sup>251</sup>.

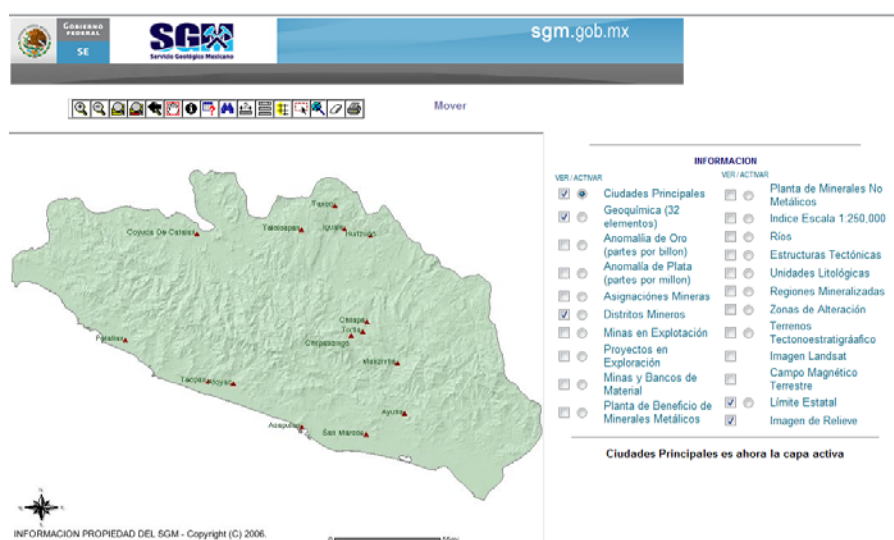


Figura 81. Sistema de información geológico-minera. SGM.

## Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, es una dependencia del Poder Ejecutivo Federal que tiene como objetivos: propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar las ventajas comparativas del sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las

<sup>251</sup> Sistema de Información Geológico-Minera. Disponible en: <http://www.sgm.gob.mx/> [Consulta: 21-08-2012]

cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores en programas y proyectos propios.

Actualmente ésta secretaría ha implementado el sitio del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)<sup>252</sup>, cuyo objetivo es proveer a los productores agropecuarios, pesqueros y agentes económicos que participan en las cadenas agroalimentarias, de información confiable y oportuna para la toma de sus decisiones que contribuyan al desarrollo rural sustentable.



Figura 82. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). SAGARPA

### Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

La responsabilidad principal del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) consiste en apoyar al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) en los requerimientos técnicos que su operación demanda.

<sup>252</sup> Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Disponible en: <http://www.siap.gob.mx> [Consulta: 21-08-2012]

Realiza actividades de investigación, capacitación, instrumentación y difusión acerca de fenómenos naturales y antropogénicos que pueden originar situaciones de desastre, así como acciones para reducir y mitigar los efectos negativos de tales fenómenos, para coadyuvar a una mejor preparación de la población para enfrentarlos.

### Atlas nacional de riesgos

Es un esfuerzo nacional para la integración de información sobre riesgo de desastres encabezado por el CENAPRED. Está encaminado al apoyo de las autoridades de protección civil en la toma de decisiones, tales como: implantar medidas de prevención de desastres, evaluar pérdidas humanas y materiales, atender las necesidades de una emergencia derivadas de la ocurrencia de un fenómeno natural, mejorar la calidad en la contratación de seguros de la infraestructura pública.



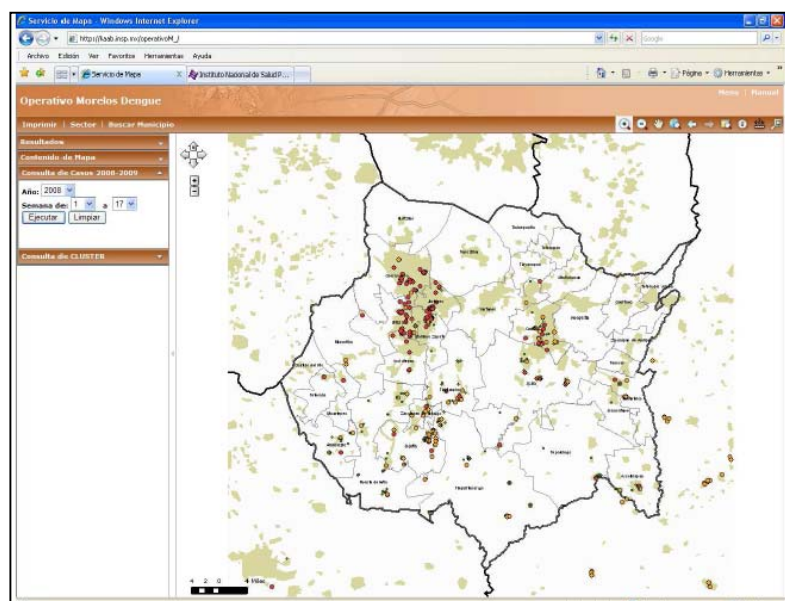
Figura 83. Atlas nacional de riesgos. CENAPRED

## *Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)*

Es una institución académica cuyo compromiso central es ofrecer resultados de investigación en problemas relevantes de la salud pública para prevenir y controlar enfermedades, y formar a profesionales de la salud que ayuden a promover condiciones de vida saludable en los diversos grupos de la población.

Este instituto ha adoptado la tecnología de los Sistemas de información geográfica, para la evaluación de riesgos, rendimiento de sistemas de salud y evaluación de programas, así como apoyar la planificación estratégica del sector salud.

Dentro de los desarrollos más importantes está el Sistema Nacional Interactivo de Información Geográfica, Epidemiológica y de Riesgos a la Salud (SINIIGERSA)<sup>253</sup>.



*Figura 84. Sistema nacional interactivo de información geográfica, epidemiológica y de riesgos a la salud (SINIIGERSA). INSP*

<sup>253</sup> Sistema Nacional Interactivo de Información Geográfica, Epidemiológica y de Riesgos a la Salud (SINIIGERSA). Disponible en: [http://www.insp.mx/insp/carga/archivos/congisp2009/rene\\_santos.pdf](http://www.insp.mx/insp/carga/archivos/congisp2009/rene_santos.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

## Secretaría de Educación Pública (SEP)

La Secretaría de Educación Pública es la secretaría de Estado que tiene como propósito esencial crear condiciones que permitan asegurar el acceso de todos los ciudadanos mexicanos a una educación de calidad, en el nivel y modalidad que la requieran y en el lugar donde la demanden.

Dentro de sus herramientas de Sistemas de información geográfica tienen disponible el sitio *GeoSEP – Mapa educativo*<sup>254</sup> a través del cual es posible localizar la ubicación de uno o varios centros educativos de todos los niveles y servicios en un mapa digital de la República Mexicana.

Asimismo se cuenta con sencillas herramientas de consulta de información, donde se puede representar de manera temática (mapas asociados a información) información educativa y sociodemográfica, además la capacidad de realizar análisis educativos territoriales.



Figura 85. GeoSEP – Mapa educativo. SEP

<sup>254</sup> GeoSEP – Mapa educativo. Disponible en: <http://www.sniesep.sep.gob.mx/geosepv2/> [Consulta: 21-08-2012]

## **Capítulo 7. Situación actual de los Sistemas de información geográfica en México**

### **7.1 Introducción**

A pesar de que hay algunos indicios del uso de los Sistemas de información geográfica en México desde hace varias décadas, se puede afirmar que el desarrollo de los primeros sistemas de este tipo fue en la década de los ochenta, y que tanto en esa década como en la siguiente se empezó a difundir su uso de forma generalizada en las instituciones públicas y las empresas privadas.

Dentro de los diferentes actores que intervinieron para propagar el uso de estos sistemas en México, se debe destacar el papel de liderazgo de los organismos gubernamentales en sus diferentes niveles, principalmente el caso del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); asimismo, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT); la Secretaría de Educación Pública (SEP); el Centro Nacional de Prevención de Desastres; la Comisión Nacional del Agua; el Instituto Mexicano del Petróleo; la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); el Instituto Nacional de Salud Pública; la Comisión Federal de Electricidad (CFE); la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); el Servicio Geológico Mexicano, entre muchas otras dependencias y organismos paraestatales, que han incorporado estas herramientas para apoyar sus funciones.

En cuanto a las instituciones educativas, destaca la participación de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de las Américas en Puebla, la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad de Colima, la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, las cuales han incorporado diversas materias y prácticas de laboratorio relacionadas con los Sistemas de información geográfica dentro de sus planes y programas de estudio, así como el desarrollo de proyectos para apoyar a empresas públicas y privadas en la resolución de sus necesidades de manejo de información geográfica.

Del mismo modo y a un nivel de especialización mayor, existen diferentes centros de investigación y asociaciones civiles que trabajan también con los Sistemas

de información geográfica, tales son los casos del Centro de Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”, A.C. (conocido también como Centro Geo), el Instituto Potosino de Investigación en Ciencia y Tecnología (IPICyT), la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, entre otras.

Por su parte, las empresas privadas dedicadas al desarrollo y prestación de servicios relacionados con la información geográfica, han crecido y diversificado sus productos y servicios, que van desde la venta de documentos cartográficos, asesoría y consultoría, levantamientos geodésicos, estudios ambientales, generación de cartografía, servicios de mapas para dispositivos móviles, ubicación y rastreo apoyados con sistemas de posicionamiento global (GPS), hasta el desarrollo de Sistemas de información geográfica para una gran cantidad de aplicaciones (como las señaladas en el apartado 3.6 de este trabajo). Además siguen apareciendo continuamente nuevos *gadgets* y aplicaciones.

Con todo lo anterior se puede ver que el nivel de uso y el desarrollo de las herramientas y servicios en México ha crecido considerablemente en los últimos años, lo cual se debe, entre otros factores, a la evolución de las tecnologías, a la importancia de estas herramientas para apoyar la toma de decisiones, a la generación de nuevas necesidades de los usuarios, y a la influencia de grandes empresas que impactan en las economías de los países.

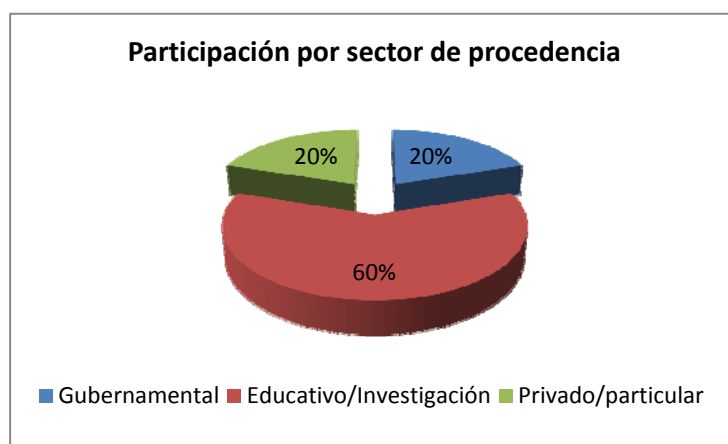
Con la intención de conocer a mas detalle la situación actual de los Sistemas de información geográfica en México y de acuerdo con la metodología propuesta, en este capítulo se presentan los resultados generados a partir de la *investigación social* desarrollada, apoyada en el diseño y aplicación de varias estrategias para el acopio de datos e información provista por distintos actores sociales, la cual corresponde a la segunda etapa de la metodología de trabajo.

## **7.2 Actores participantes**

En lo que corresponde a la aplicación de los cuestionarios, en total se aplicaron 15 distribuidos por sector de la siguiente manera:

Sector	Cantidad de participantes
Gubernamental	3
Educativo/Investigación	9
Privado/particular	3

*Figura 86. Participantes entrevistados por sector de procedencia.*



*Figura 87. Gráfica de participantes entrevistados por sector de procedencia.*

Cabe señalar que en un principio se tenía prevista la participación de cinco personas por cada uno de los sectores identificados claves, pero debido a que 5 de los participantes del sector educativo/investigación también participan en el sector gubernamental y/o en el sector privado/particular, así como la experiencia de cada uno de ellos y la pluralidad de ideas e información que se fue generando tras la aplicación y análisis de los cuestionarios, se determinó suficiente la distribución de acuerdo al tipo de muestreo establecido (estratégico o de juicio) y a la posibilidad de lograr los objetivos planteados.

Asimismo, la participación anterior obedeció principalmente a la posibilidad de acceder a una buena cantidad de profesores e investigadores relacionados con la temática, de quienes se considera tienen un buen nivel de conocimientos y algunos de ellos participan también en el sector privado y en el sector gubernamental, ampliando con ello su visión y sus niveles de aportaciones.



En relación al tipo de actores en cómo se clasificaron los participantes, se identificó que 11 de ellos son usuarios de Sistemas de información geográfica, la misma cantidad son integradores y seis son desarrolladores.

Tipo de actor	Cantidad de participantes
Usuarios	73.3%
Integradores	73.3%
Desarrolladores	40%

*Figura 88. Participantes encuestados por tipo de actor*

En lo que se refiere a la formación profesional de los participantes, a nivel licenciatura siete son egresados de las carreras de Ingeniero en Computación o Sistemas Computacionales; cinco de la carrera de Ingeniero Topógrafo o Topógrafo-Geodesta; dos de la Licenciatura en Geografía y un Ingeniero Geólogo.

Asimismo, once de ellos tienen el grado de maestría: seis en Geomática; uno en Comunicación y Tecnología Educativa; uno en Ciencias Computacionales; uno en Geofísica; uno en Logística; y uno más en Ciencias Ambientales. En cuanto a grado de doctor, hay dos: uno en Geofísica y otro en Geografía.

En lo que corresponde a la aplicación de las entrevistas, en total se aplicaron 11 distribuidas de la siguiente manera:

Sector	Cantidad de participantes
Gubernamental	3
Educativo/Investigación	5
Privado/particular	3

*Figura 89. Participantes entrevistados por sector de procedencia*

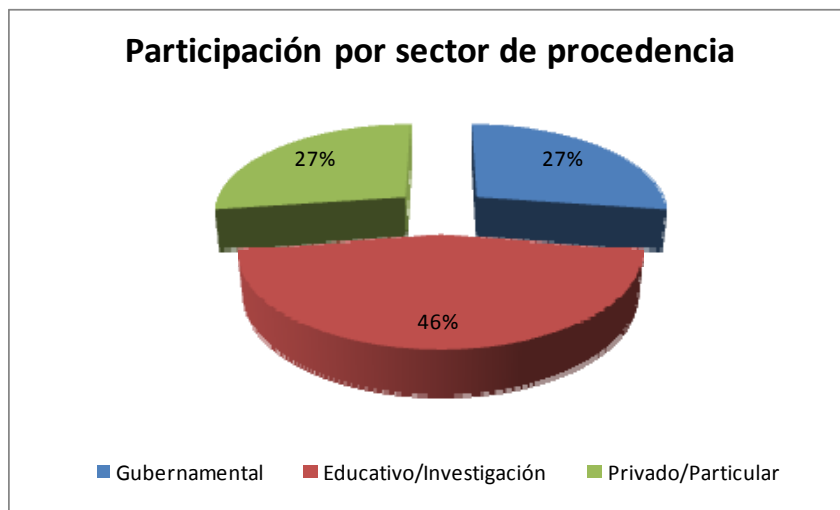


Figura 90. Gráfica de participantes entrevistados por sector de procedencia

Al igual que en la encuesta, la mayor participación se concentró en el sector educativo/investigación, debido principalmente a la posibilidad de acceder a profesores e investigadores relacionados con la temática.

Asimismo, es de resaltar el compromiso, atención y buena disposición que tuvieron los participantes para compartir sus experiencias y su conocimiento en torno a los diferentes aspectos tratados.

De acuerdo con lo anterior y tras haber realizado los análisis correspondientes de los datos generados en cada uno de los instrumentos desarrollados, así como su posterior cruzamiento y triangulación para la validación de éstos, se establecieron cuatro categorías en las que se agruparon los resultados obtenidos:

- Funcionalidad
- Uso
- Contenidos
- Problemáticas y aspectos de mejora

En cuanto a la *funcionalidad*, los aspectos abordados se enfocaron a la forma de trabajo de los Sistemas de información geográfica, incluyendo dentro de ésta los siguientes:

- Finalidad de la creación o incorporación de los Sistemas de información geográfica en las organizaciones.
- Elementos o componentes que integran los Sistemas de información geográfica.
- Módulos funcionales de los Sistemas de información geográfica.
- Forma en que se desarrollan los Sistemas de información geográfica.
- Desempeño de los Sistemas de recuperación de información geográfica mexicanos en relación con los de otros países.
- Importancia de la estandarización y uso de normas de la Información Geográfica.
- Planes de desarrollo relacionados con los Sistemas de información geográfica y su temporalidad.

En lo que se refiere a la categoría de *uso*, los aspectos considerados se orientaron a la relación que se establece entre los usuarios y los Sistemas de información geográfica, así como de los elementos que la posibilitan. De esta manera se incluyeron las siguientes cuestiones:

- Principales herramientas de apoyo a la búsqueda y recuperación de información geográfica utilizadas.
- Usuarios habituales de los sistemas.
- Nivel(es) de la organización a los que se encuentran vinculados los usuarios del sistema.
- Características o aspectos que hacen a los Sistemas de información geográfica herramientas estratégicas.
- Uso de normas, estándares o políticas en vista a la interoperabilidad.
- Desarrollo de proyectos de colaboración e intercambio de documentos e información geográfica.
- Participación en redes de cooperación.
- Disponibilidad de los Sistemas de información geográfica.

En cuanto al apartado de *contenidos*, en éste se integraron los aspectos relacionados con los datos que alimentan a los Sistemas de información geográfica, la confiabilidad y temporalidad de los datos y la información que se maneja, además de la importancia que se le da a la propia Información Geográfica.

La cuarta categoría se orientó a identificar la problemática actual, así como los principales aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica en México desde las diferentes perspectivas consideradas.

A continuación se presenta de manera sintetizada, la información recuperada de cada uno de los aspectos señalados de acuerdo con las categorías propuestas.

## **7.3 Funcionalidad de los Sistemas de información geográfica**

### **7.3.1 Finalidad de la creación o incorporación de los Sistemas de información geográfica**

En cuanto a las finalidades para los cuales se crearon o incorporaron los Sistemas de información geográfica dentro de las organizaciones de los actores cuestionados, las respuestas que se recuperaron estuvieron en función de los objetivos establecidos para cada uno de ellos. Así por ejemplo, se señalaron los siguientes:

- Conocer la distribución de las unidades geológicas en la República Mexicana y su relación con la formación de yacimientos minerales.
- Mantener al público enterado de la situación del medio ambiente y los recursos naturales del país.
- Conocimiento del territorio para prevención de desastres y apoyo a la toma de decisiones.
- Identificación de zonas con riesgos geológicos.
- Apoyo a la toma de decisiones en situaciones de riesgos.
- Ubicación de zonas estratégicas para la inversión y la apertura de parques industriales.
- Identificación de islas de calor urbanas.
- Elaboración de programas de manejo forestal.
- Ordenamientos territoriales comunitarios.
- Ordenamientos ecológicos.
- Para atender las necesidades del entorno a partir de la producción de datos espaciales, la estructuración y tratamiento de los mismos, y

mediante la generación de aplicaciones de acuerdo con la temática de que se trate.

- Planeación territorial.
- Monitoreo de cubierta arbórea.
- Planeación de infraestructura carretera.
- Monitoreo de programas de empleo.
- Atender la necesidad de los Municipios relacionados con Sistema Catastrales.
- Planeación de Zonas Metropolitanas.
- Identificar y delimitar las zonas en relación con las concentraciones de contaminantes en suelo y agua.
- Redes de distribución de agua.
- Integración de información generada en diversos estudios y proyectos.
- Reconocer las reservas territoriales en zonas urbanas.
- Para fines educativos.

### **7.3.2 Elementos o componentes que integran los Sistemas de información geográfica**

En relación con éste aspecto, los elementos o componentes que integran a los Sistemas de información geográfica son los siguientes:

#### **Hardware**

- Servidores para manejo y almacenamiento de datos y aplicaciones
- Equipo de cómputo.
- Geotecnologías (gps, estaciones de monitoreo, equipo de percepción remota).
- Infraestructura de telecomunicaciones (nuevas tecnologías, cartografía y canales de comunicación).

#### **Software**

- Aplicaciones administrativas, desarrollo y publicación de información.
- Programas informáticos de uso genérico.

- Entrada de datos, integración, publicación.
- Despliegue y consulta.
- Funciones de visualización y análisis (espacial, de redes, entre otros).
- Importación y exportación de información.
- Motores de búsqueda de información.
- Vistas personalizadas y *layouts* de impresión.
- Visualización y análisis de los datos.
- Herramientas de CAD.
- Módulos y utilerías para diversas operaciones tales como: transformación de capas de información, conversiones de formatos, evaluación y control de la calidad, pasaje de 2D a 3D.

## **Datos**

- Vectorial y Raster.
- Mapas temáticos.
- Cartografía histórica.
- Información geoestadística.
- Imágenes de satélite.
- Fotografías.
- Gráficas.
- Vídeos.
- Simulaciones.
- Diagramas.

## **Usuarios**

- Usuarios avanzados que utilizan y explotan de mayor manera la información generada por los sistemas.
- Usuarios ejecutivos a quienes se les desarrollan aplicaciones en temas específicos.
- Público en general, a quien se le atiende por medio de servicios de mapas en línea, clientes para explotación y uso de información.

## **Modelos y procedimientos**

- Modelo conceptual, que en ocasiones también se denomina meta-sistema, el cual refiere a la documentación de una idea global y se expresa en términos de conceptos y juicios, así como sus relaciones.
- Modelo lógico, el cual parte del modelo conceptual y consiste en estructurar de manera sistemática y visual las relaciones entre los conceptos, recursos, actividades y resultados que se esperan obtener.
- Modelo computacional, que se refiere al programa de aplicación apoyado en computadora y que para nuestro caso se trata del propio Sistema de información geográfica.
- Modelos de arquitecturas de Sistemas de información geográfica distribuidos: de dos capas (cliente-servidor) integrados por un servidor de bases de datos (sistema manejador de bases de datos + componentes geográficos) que provee la información geográfica y un cliente que interpreta y le da uso a dicha información. Sistemas de información geográfica de tres Capas (web) integrados por un servidor de bases de datos que provee la información geográfica, un servidor intermedio de mapas que publica información geográfica a través del internet del tipo *web services* y un cliente que realiza las peticiones al servidor web para traer la información geográfica.
- Procedimientos y métodos para el desarrollo e integración de Sistemas de información geográfica, así como de sus etapas particulares, tales como acopio de información, construcción de los modelos, integración de la base de datos, desarrollo de consultas y análisis de información, generación de reportes y productos impresos y digitales.

### **7.3.3 Módulos funcionales de los Sistemas de información geográfica**

En relación con los principales módulos funcionales de los Sistemas de información geográfica, se identificaron los siguientes:

- Captura e integración de datos.
- Consulta de información.
- Visualización, despliegue y publicación.
- Análisis espaciales y de información descriptiva (a nivel bases de datos).
- Simulación, análisis prospectivos y proyecciones.
- Edición de datos.
- Gestión de base de datos.
- Gestión de documentos.
- Motores de búsqueda de información geográfica.
- Utilerías: importación/exportación de datos, convertidores, compactadores, entre otros.
- Salida de información: generación de informes, elaboración de cartografía impresa y digital.

#### 7.3.4 Tipos de desarrollo empleado en los Sistemas de información geográfica

En cuanto al tipo y la forma en cómo se desarrollan los Sistemas de información geográfica al interior de las organizaciones, se tiene que el 93.3% de los participantes señalaron hacer uso tanto de software comercial, como software de código abierto (*open source*) para la integración de sus Sistemas de información geográfica; el 33.3% señalaba que hacen sus propios desarrollos y el 13.3% que contrata servicios externos.

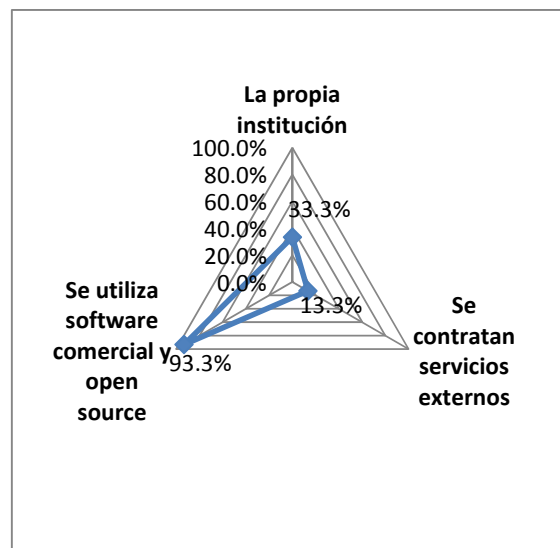


Figura 91. Gráfica de la forma en cómo se desarrollan los SIG



Dentro de los principales productos de software comercial utilizado están los siguientes:

- Plataforma ESRI (ArcGIS, ArcView, ArcMap, ArcIMS, ArcServer, ArcSDE, ArcObjects).
- MapInfo.
- Erdas Imagine.
- ER Mapper.
- IRIS.
- IDRISI.
- ENVI.
- FME.
- Geomining Touch.
- Mike Flood.
- Datareviewer.
- Geomedia.
- Autocad.
- Esquemas de datos de plataformas comerciales como los SHP de ESRI y los formatos DXF y DWG de Autodesk.
- Flex de Adobe.

En relación con el software libre (*open source*) señalado como los más utilizados se encuentran los siguientes:

- Forestry GIS (fGIS).
- Alov map.
- Quantum GIS.
- GvSIG.
- Geonetwork.
- Mapserver.
- Grass.
- Quantum GIS (QGis).
- MySQL.
- Php.

- Postgis.
- Gdal.
- Java.
- Openssl.
- Apache.
- JTS.
- Postgres.
- VirtualBox.
- Geotools.
- Librerías Java que tienen relación con topología, proyección de coordenadas, cambio de proyecciones, importación y manipulación, visualizadores y gestores de datos.

### **7.3.5 Desempeño de los Sistemas de recuperación de información geográfica mexicanos en relación con el de otros países**

En cuanto al desempeño de los Sistemas de recuperación de información geográfica, los señalamientos que se hacen son los siguientes:

- a) México se encuentra un tanto rezagado en esta temática principalmente porque no se tiene una organización real de la información, ni una cultura para el manejo de los mismos datos. En este sentido, hay algunos elementos que es importante considerar, como trabajar en la estructura de la información geográfica a partir de la infraestructura de datos espaciales del país, resaltando la importancia de recurrir a la ordenación de la información a través de los metadatos.
- b) Con referencia a Europa, se puede comentar que tanto las iniciativas como proyectos relacionados con el tema de la información geográfica están muy consolidados, no obstante se continúa avanzando en ellos. A diferencia de lo anterior, en México las instituciones que se encargan de dirigir los esfuerzos en esta materia, tienen avances en la parte conceptual pero poco en el desarrollo de éstas tecnologías.

- c) Dentro de las principales diferencias entre otros países más desarrollados y México relacionadas con la información geográfica, una de ellas es el nivel de acceso a la información, siendo que en Europa, por ejemplo, este tipo de información se tiene a mucho más detalle y especificidad ya que hay más compañías dedicadas a este tema y se le invierten más recursos. A diferencia de lo anterior, en México es poca la información que está disponible, pues solamente una pequeña parte de lo que se genera se hace pública y el resto de ella se vende o se tiene para uso exclusivo de la organización propietaria.

Aunado a lo anterior, el hecho de que en México no se tengan establecidos de manera formal y obligatoria los estándares a seguir para la generación, organización y disponibilidad de estos recursos, trae como consecuencia otras situaciones problemáticas, por ejemplo el caso de que existan varias versiones de la misma cartografía para una misma ciudad, lo cual se debe a que diferentes empresas hacen sus desarrollos y en el caso de empresas extranjeras, utilizan sus propios estándares para unificar criterios con sus países de procedencia. No obstante lo anterior, la situación es que todas son válidas, la diferencia está en que si queremos adquirirlas, mientras que la generada por el gobierno va a costar alrededor de \$15,000.00 pesos, otra va a costar \$250,000.00 del mismo tamaño y otra va a llegar a costar hasta \$2,000,000.00 de pesos.

Otro aspecto que marca también una gran diferencia es la extensión de nuestro país con respecto a los países europeos. Si se considera que en México las mayores concentraciones humanas están en tres puntos específicos: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, en donde se concentra aproximadamente un 95% de la actividad económica y una proporción también muy grande en cuanto al número de habitantes, pero que geográficamente estas áreas representan apenas un 7% del territorio, entonces para el otro 93% hay poco interés, a menos de que algunas empresas privadas o de otro tipo se interesen en su estudio, tal es el caso de las empresas mineras canadienses, que en este momento muy probablemente tengan más información que el propio gobierno mexicano.

Aunado al problema de acceso a la información y a la falta de homologación de las diferentes fuentes de información, se tiene un tercer

aspecto importante a considerar, que se refiere a la capacidad limitada de las entidades gubernamentales de actualizar continuamente éste tipo de información, pues entre los costos que ello implica, los tiempos reales para el desarrollo de los trabajos relacionados, la burocracia interna y los malos manejos administrativos y financieros, entre otros factores, hacen que los tiempos para la actualización de información sean muy largos.

- d) Si se comparan las formas de trabajo de algunas plataformas Europeas o de la Agencia Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (*National Aeronautics and Space Administration – NASA*), se nota una gran diferencia en términos de cómo se puede, estando en una sola plataforma, ligar a otras que no necesariamente están en esa misma, mientras que nuestros sistemas se encuentran datos o información únicamente del sitio en el que se está ubicado.

Lo anterior tiene que ver con el concepto de interoperabilidad, en el que se está apenas trabajando a nivel físico y lo que genera problemas para conectarte con otros sistemas. No obstante lo anterior, el problema no es de tecnología, sino más bien radica justo en la parte organizacional, lo cual no sólo se ve en las actividades de datos espaciales, sino que también se hace evidente a nivel social.

- e) Otro caso interesante de estudio y que nos permite contrastar la situación de México, es la de Canadá, específicamente de la provincia de Quebec, quienes desde hace algunos años elaboraron un plan geomático total y en ese plan lo que se contemplaba era que toda la información espacial que se generaba por diferentes dependencias se concentrara, debiendo cumplir con ciertos estándares y protocolos para que tuviera el nivel de confiabilidad establecido y pudiera ser de uso común, asegurando con ello la calidad de la misma.

De esa manera, lo que se pretendía era que las instituciones no tuvieran que hacer repetidos trabajos de un mismo tipo cuando otra institución ya lo había hecho, reflejándose en ahorros de tiempo y de dinero, pero que además garantizaba la disponibilidad de información de calidad para quien la requiriera.

Una estrategia como la anterior requiere de varias cuestiones claves: primero, que haya un entendimiento de que éste es un instrumento que puede ser de mucha utilidad para apoyar la realización de diferentes estudios y proyectos; que los beneficios de trabajar de manera conjunta se verán reflejados en mejores tomas de decisiones, pero también en ahorros significativos; tener la certeza de que se cuenta con información y que es información de calidad, haciéndola disponible a quien la requiera (no obstante que ésta sea vendida); finalmente y no menos importante, tener elementos para potenciar el desarrollo del país.

### **7.3.6 Importancia de la estandarización y uso de normas de la información geográfica**

Las principales apreciaciones en torno a este punto son las siguientes:

- a) La importancia de la estandarización y uso de normas relacionadas con la Información geográfica es sustantiva, debido a que si no hay estandarización o no se establecen y se siguen las normas, no hay manera de asegurar su calidad, ni tampoco posibilidades de que se comparta la información.

Asimismo, si los estándares y normas que se siguen son propios o se han implementado de manera interna en una organización sin considerar alguna más amplia, sus posibilidades son limitadas, por lo que es recomendable la adopción de esquemas más amplios o generales.

Adicional a lo anterior, la importancia de la estandarización radica en que simplifica las formas de hacer las cosas. Así por ejemplo, es más sencillo hacer un empalme, o una georreferenciación cuando la información está estandarizada, haciéndose evidente también la utilidad y funcionalidad de ésta.

- b) Es un tema transversal y en muchas ocasiones no se tiene por lo menos a nivel institucional. Ahora bien, si se piensa en un plano más general, lo

primero que hay que considerar es en la estandarización a nivel de los procesos:

En la etapa de recogida de datos en campo, bajo estándares y normas técnicas únicas y bien definidas, que garanticen que se haga bien el levantamiento o captación y posteriormente la posibilidad de verificación por la instancia correspondiente.

En lo que respecta a la edición, estructuración, almacenamiento y explotación de los datos, es decir, a la gestión de la información geográfica, ha sido un tema que se le ha encomendado al INEGI, no obstante, la función de ésta entidad es coordinar los esfuerzos que en materia de información geográfica y estadística se refiera, pero no de manera unilateral, sino que a través de grupos de especialistas que lleven a cabo la revisión y consenso de las normas técnicas que se establezcan y que a la fecha son cuatro:

La *norma técnica sobre la generación de metadatos* es fundamental e indica que todo aquel generador de datos geográficos va a tener que ajustarse a esa normatividad para documentar el dato que se está generando y eso resuelve mucho el tema de la accesibilidad de la información.

La *norma técnica del sistema geodésico nacional* explica cómo está conformada la infraestructura geodésica del país, que es fundamental para conocer y determinar las características del dato que se va a captar en campo. Asimismo, explica qué procedimientos se deben aplicar para que los datos estén ligados a la red, con lo cual se busca garantizar la precisión, oportunidad y características técnicas establecidas, que permite darle confiabilidad a los datos.

Ligado con el sistema geodésico hay otra norma técnica que es la de *exactitud posicional*, que va dirigida a los aspectos a considerar para el levantamiento o captación de información dependiendo del uso que se le vaya a dar. Por ejemplo, si se quiere para fines catastrales, los datos se deben de levantar con un equipo de ciertas características, medir el dato con un determinado número de horas, procesar la información de tales

maneras y finalmente los datos que se obtendrán de seguir con las recomendaciones serán con límites de error reconocidos.

La otra norma técnica tiene que ver con *domicilios geográficos*, que se establece para solucionar los problemas para la determinación de un domicilio, por ejemplo, la dirección de la credencial de elector de una persona puede tener un domicilio registrado de cierta manera, en el recibo para pagar el servicio de energía eléctrica puede estar escrito de otra, en el recibo telefónico diferente; entonces ésta norma técnica lo que pretende es que todas las instancias o registros administrativos que manejen la información del domicilio lo hagan bajo una misma norma y de esa manera regular la forma de utilizarlo.

Con lo anterior se puede constatar que se están sentando las bases de la denominada *normalización de la información geográfica* en México y que seguirán en breve algunas otras normas, siguiendo con la misma filosofía participativa.

Asimismo se puede señalar que a partir de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG) se ha promovido la participación de los Estados y Municipios a través de los denominados *Comités Participativos*, mediante los cuales se involucra a todas las dependencias estatales, así como a los municipios.

No obstante lo anterior, falta aún definir y continuar avanzando en muchos otros aspectos, así como enfrentar algunos problemas generados por el desconocimiento del uso de la información, la falta de actitud para poder establecer el cambio e iniciar ese cambio.

Un problema que no permite avanzar en estas líneas de acción es referida a la rotación del personal en las dependencias gubernamentales, debido principalmente por los cambios de administración, fenómeno que se hace notar mas en los gobiernos municipales por que los periodos de gestión son de tres años.

Así por ejemplo, cuando se establece un acuerdo con un gobierno municipal, se inicia por la capacitación del personal en donde se explica la

ley, el funcionamiento del comité, incluso en ocasiones se consideran cuestiones más técnicas sobre metadatos de algún sistema de información. Una vez que se ha avanzado y se hace uso de la información, se empiezan a ver los beneficios de su uso en la gestión municipal, no obstante cuando esto ya está medianamente funcionando, resulta que termina su periodo de gestión, hay cambios en los puestos claves y mucho del trabajo se pierde, teniendo que iniciar nuevamente todo el proceso con los nuevos funcionarios y personas encargadas, incluso desde la sensibilización.

No obstante lo anterior, hay casos de éxito en México, como el de Monterrey o el de Chihuahua, en los cuales a partir del desarrollo e implementación de sistemas de gestión catastral, fueron avanzando e incluyendo cartografía relacionada con otras temáticas y utilizándola para muchos otros fines.

De esta manera se puede observar que se reconoce la importancia de la estandarización y el uso de normas, teniendo apuntalados los principales aspectos técnicos relacionados con la información geográfica, sin embargo, la situación que se identifica como un gran reto por trabajar es la actitud y la apertura para poder implementar cambios al interior de las instituciones, la organización entre dependencias gubernamentales y otros sectores, y la visión de cooperación para beneficio mutuo.

#### **7.3.7 Planes de desarrollo relacionados con los Sistemas de información geográfica y su temporalidad**

En relación con los planes de desarrollo relacionados con Sistemas de información geográfica y tecnologías afines o relacionadas, el 73.3% de los encuestados señaló sí tenerlos y de ellos el 72.7% señala que están planteados para realizarse en el corto plazo, el 63.6% se prevén sean en el mediano plazo y un 45.5% a largo plazo.



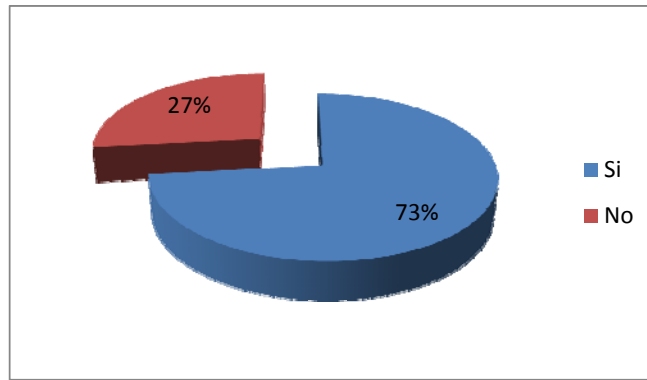


Figura 92. Gráfica de la existencia de planes de desarrollo relacionados con Sistemas de información geográfica

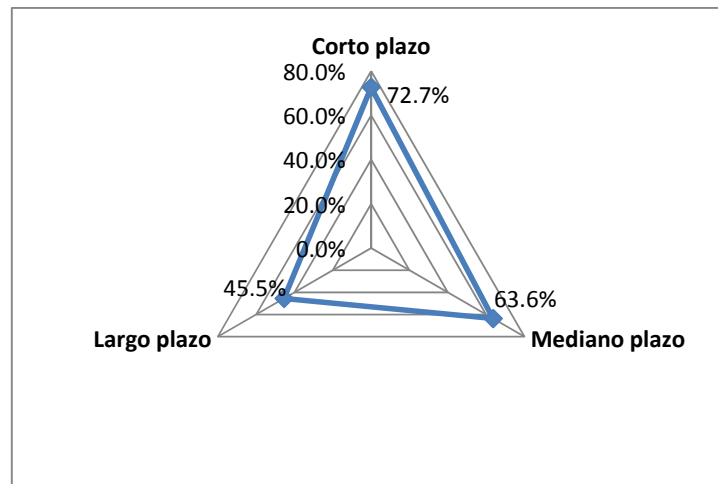


Figura 93. Gráfica de la temporalidad de los planes de desarrollo relacionados con Sistemas de información geográfica

Los aspectos que se plantean desarrollar se relacionan principalmente con los siguientes aspectos: el fortalecimiento de los sistemas con que se cuenta actualmente; fomentar la implementación de normas y estándares; mejorar el nivel de resolución de la información; desarrollo de nodos de innovación de tecnologías geoespaciales; estandarización de métodos de importación/exportación de datos; desarrollo de aplicativos para web y dispositivos móviles; accesibilidad de estos aplicativos a un mayor público; capacitación y formación de cuadros de alto nivel en éstas temáticas; reforzamiento a la infraestructura de laboratorios; continuar el desarrollo del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica; conformación de Infraestructuras de datos espaciales.

## **7.4 Uso de los Sistemas de información geográfica en México**

### **7.4.1 Principales herramientas de apoyo a la búsqueda y recuperación de información geográfica utilizadas**

En lo que se refiere a las herramientas más utilizadas para el apoyo a la búsqueda y recuperación de información geográfica, están las siguientes:

- a) Sistemas de búsqueda y recuperación de información geográfica propios. De acuerdo con las necesidades de una organización, se hace imprescindible contar con sistemas de búsqueda y recuperación de información que apoyen a estas funciones. Así por ejemplo, en la medida en que los acervos de imágenes crecen, no es posible tener todo en una computadora y ahí buscarlas, mucho menos si se quieren tener disponibles para todos los miembros de la organización. Entonces lo más práctico es desarrollar o integrar un sistema de búsqueda sobre los metadatos o los valores de esas imágenes, a partir de los cuales sea posible ubicar las imágenes que se tienen relacionados con la zona de interés.
- b) En las dependencias gubernamentales las principales herramientas utilizadas son las que se generan o desarrollan internamente y que se enriquecen con la información que se va generando por otras entidades. Así por ejemplo, la SEMARNAT utiliza la información que ellos mismos generan, la información del sistema nacional de información forestal y lo que otras instituciones, como el INEGI, hacen accesible. Asimismo, la plataforma de Google apoya algunos aspectos del trabajo cotidiano y basados en este instrumento se pueden tener aproximaciones de la realidad, además de una visión rápida y oportuna del territorio.
- c) Actualmente los jóvenes, la gente de gobierno, los profesionistas y el público en general, están utilizando en gran medida las herramientas gratuitas que se encuentran en línea como Google, Yahoo, Bing, entre otras, las cuales apoyan a cubrir en buena medida las necesidades de información geográfica de tipo general.

#### 7.4.2 Disponibilidad de los Sistemas de información geográfica

En lo que se refiere a la disponibilidad de este tipo de sistemas, el 60% de los participantes señaló que son para uso y consulta interna, en tanto que un 40% los ponen a disposición del público en general.

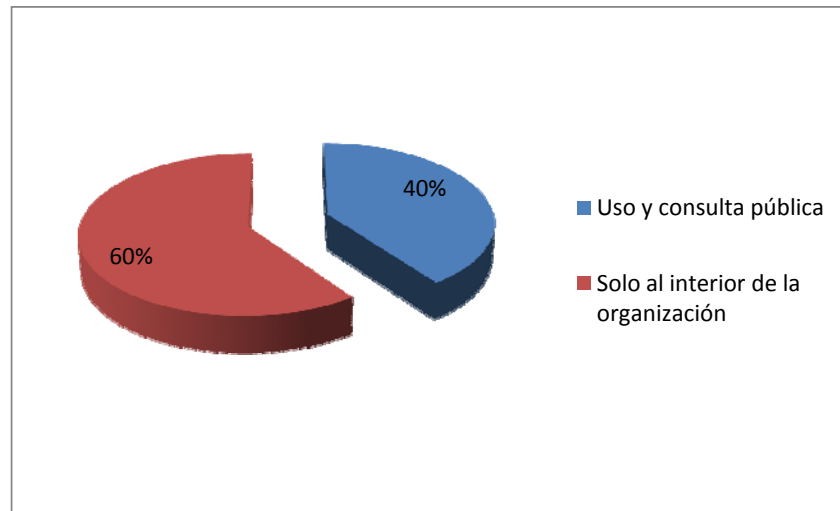


Figura 94. Gráfica de la disponibilidad de los Sistemas de información geográfica

A este respecto, quienes hacen pública la información son principalmente las entidades gubernamentales que tienen entre sus responsabilidades hacerlo, con el fin último de dar cumplimiento a obligaciones adquiridas a partir de las leyes de transparencia y acceso a la información pública gubernamental y de otras iniciativas como la de datos aAbiertos, no obstante se señala que en algunos casos, la información solamente se puede acceder acudiendo físicamente a los centros de consulta. Por su parte, las entidades académicas y de investigación difunden a través de medios documentales, tanto impresos como digitales, sus trabajos realizados, pero poco a través de los propios Sistemas de información geográfica.

Finalmente, para el caso de las empresas desarrolladoras, se señala que son los propios usuarios que contratan los servicios quienes deciden si se hacen públicos o no estos sistemas, siendo que en la mayoría de los casos no se hace.

### **7.4.3 Usuarios habituales de los sistemas**

En relación a los usuarios habituales de los sistemas se tienen un amplio espectro:

- Profesionales en las diversas temáticas que abordan los sistemas.
- Especialistas en la operación, análisis e interpretación de la información generada.
- Tomadores de decisiones.
- Organizaciones y dependencias involucradas o que solicitan el desarrollo o implementación de sistemas específicos.
- Personas del sector gubernamental a los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, que hacen uso de referencias geográficas: Planeación Urbana, Catastros, Secretaría de Finanzas, Predial, Dirección de Ecología, Patrimonio, Planeación Urbana, Obras Públicas, Dirección de Comercio, Recursos Hidráulicos, etc.
- Empresas y organizaciones privadas nacionales y extranjeras.
- Instituciones educativas: profesores, investigadores y alumnos.
- Público en general.

### **7.4.4 Niveles de la organización a los que se encuentran vinculados los usuarios del sistema**

Al interior de las organizaciones, la investigación arroja que los usuarios de los sistemas se ubican principalmente en los niveles operativos (73.3%), en menor proporción mandos medios (53.3%) y la más baja utilización ocurre en los niveles directivos (40%).

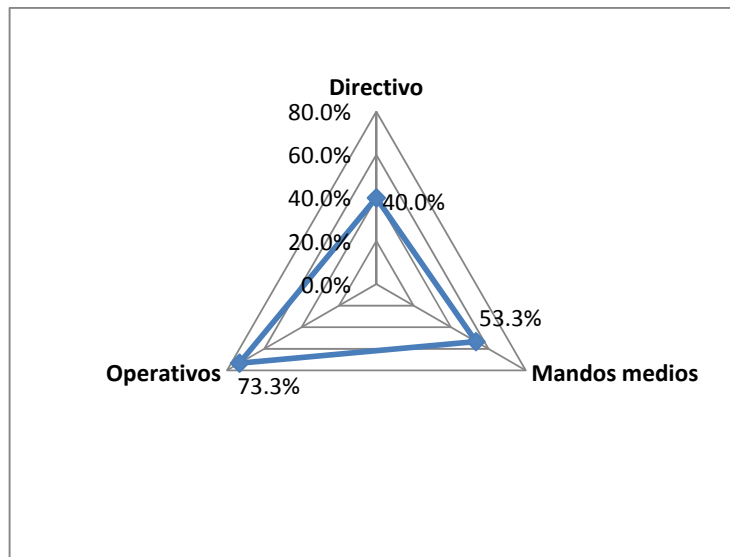


Figura 95. Gráfica de la proporción de usuarios de acuerdo a sus niveles en la organización

#### 7.4.5 Características o aspectos de funcionamiento que hacen a los Sistemas de información geográfica herramientas estratégicas

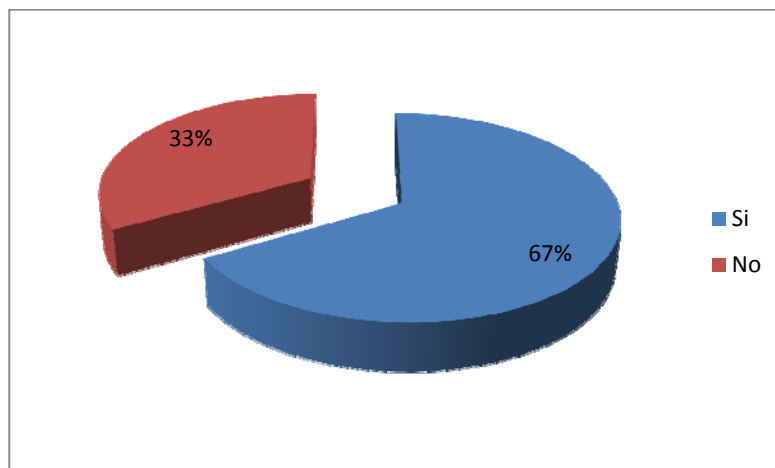
Entre las principales características señaladas están las siguientes:

- Ser una herramienta de soporte para la toma de decisiones.
- La posibilidad de integración de diferentes tipos de información en una sola herramienta, lo que posibilita a los usuarios a tomar decisiones con ahorro en tiempo y recursos.
- El beneficio que otorga la información de carácter visual relacionada con información descriptiva (mapas temáticos) de manera concisa e inmediata.
- La capacidad de análisis espacial a partir de la interacción entre capas de información de diferentes temáticas, temporalidades y fuentes de información.
- Su facilidad y oportunidad de acceso a través de internet.
- Las posibilidades de aplicación en muchos campos disciplinares en vista al estudio y resolución de muy diversas problemáticas.

- Análisis de información espacial de grandes extensiones en el corto tiempo.
- La gestión de información relacionada con las necesidades de ordenación del territorio y todas sus problemáticas.
- El ser instrumentos de comunicación para solventar las necesidades de los usuarios basados en un lenguaje visual semejante al mundo como lo percibimos.
- La facilidad de uso contra la potencialidad de las herramientas.
- La representación espacial de la información y hacer una síntesis de la misma.

#### 7.4.6 Uso de normas, estándares o políticas

En relación con el uso de normas, estándares o políticas, el 67% de los entrevistados señalaron sí utilizarlas, mientras que un 33% dicen estar en vías de implementarlas.



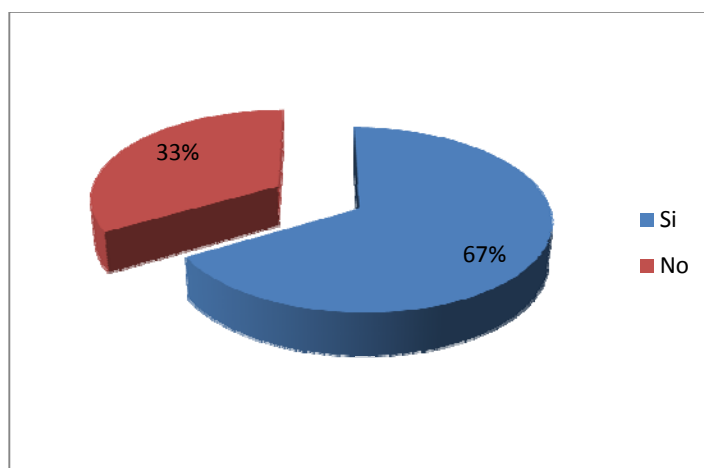
*Figura 96. Gráfica de la proporción de uso de normas, estándares o políticas*

Entre las principales normas y estándares que se siguen están las generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los estándares de la

*International Organization for Standardization (ISO)*, estándares establecidos a partir de convenios de colaboración entre dependencias gubernamentales, así como estándares en el mercado a partir de los formatos de archivos de datos (.shp, .dwg, .dxf).

#### **7.4.7 Desarrollo de proyectos de colaboración e intercambio de documentos e información geográfica**

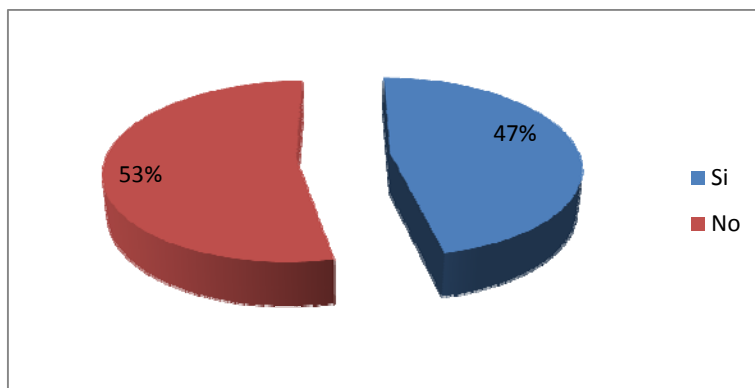
En relación con el tema de la colaboración, el 67% de los participantes señalaron estar participando en algún proyecto o intercambiando datos e información geográfica, en tanto que un 33% contestaron negativamente a esta cuestión.



*Figura 97. Gráfica de la proporción de participación en proyectos de colaboración*

#### **7.4.8 Participación en redes de cooperación**

La participación en redes de cooperación es creciente y a la fecha se identifica que un poco menos de la mitad (47%) se encuentra colaborando activamente en por lo menos una red, en tanto que el 53% restante señala no hacerlo.



*Figura 98. Gráfica de la participación en redes de cooperación*

Dentro de las redes en que se participa están las siguientes:

- Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA).
- Grupo de Observación de la Tierra (GEOS).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.
- Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de información Espaciales (SELPER).
- Red Geomática de México.
- Electronic Cultural Atlas Initiative (ECAI).
- Comités Técnicos Regionales de Estadística e Información Geográfica (CTREIG).
- Red Geomática (RedGeo).
- Red Nacional de Colaboración Académica entre Instituciones Geográfico-Universitarias (RENIG).
- Red Universitaria de datos (Universidad de Guadalajara).
- Geoide Network (Canadá).
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).



## **7.5 Contenidos de los Sistemas de información geográfica**

### **7.5.1 Importancia de la información geográfica**

Los aspectos principales que se señalan en los cuales radica la importancia de la información geográfica son los siguientes:

- a) Dentro del campo de conocimiento de la geografía, es el insumo principal para la realización de cualquier trabajo de investigación y su importancia radica en recabar la información, ordenarla, tenerla registrada, almacenarla, como un documento también histórico y potencial, y finalmente su uso en las actividades humanas en general.
- b) La información geográfica es estratégica para el desarrollo de cualquier país, región, estado, municipio, para la toma de decisiones de muy diversa índole. En ese sentido general, los datos y la información se vuelve fundamental, pues es prácticamente el sustento sobre el cual se debe trabajar.
- c) La importancia de la información geográfica radica en que es la base para la toma de decisiones en prácticamente todas las áreas del conocimiento. Entre las características más relevantes de ésta se encuentran: la calidad, la pertinencia, la disponibilidad, la posibilidad de acceso a esa información en los formatos y en los estándares adecuados, que va de la mano con lo que es la organización y la calidad de la información geográfica.

Adicionalmente se señala que en México no se le ha dado la seriedad que corresponde al tema de la Información Geográfica, la cual está presente en nuestra vida diaria, para saber cómo llegar al súper, en dónde estacionarme o planear un viaje para vacacionar y que la poca importancia o la falta de reconocimiento se debe principalmente a la poca cultura geográfica que se tiene. En el ámbito educativo, la Geografía tradicionalmente ha sido más descriptiva que llevada hacia ámbitos de análisis por ejemplo, y recordando las clases de geografía, quienes cursaron la materia como tal, pues en algunos planes de estudio la

agruparon dentro de las ciencias sociales y no hubo una materia que dijera geografía, se enfocaba más a conocer e a identificar el entorno o contexto.

Otro dato que se señala que refleja la baja importancia dada a la Geografía en nuestro país es el número de Facultades de Geografía que existen, pues solamente hay siete Facultades de Geografía a nivel nacional, cuando en otros países como Colombia o Brasil existen más de treinta, con sus correspondientes Institutos, que han sido innovadores en muchos sentidos. En relación con los Institutos de Geografía, se señala que en México solamente se tiene uno oficial, que es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, y que en muchos de los casos se ha ocupado de otras cuestiones, más que las disponibilidades de información geográfica.

En relación con éste último punto se señala que aún y cuando hay quejas de la información que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía proporciona, no se ha sido lo suficientemente propositivo para apoyar estas cuestiones y lo mismo ha sucedido en el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana, encomendada también a éste instituto. Así por ejemplo, desde las Instituciones de Educación Superior se deben formar los cuadros de futuros profesionistas, en quienes recaerá la responsabilidad de ir apuntalando a esta área, pero además, participar activamente en redes de colaboración y en la formulación de propuestas en vista a la mejora.

- d) La importancia se hace evidente: para cualquier asunto que tenga que ver con la planeación o predicción de lo que pueda suceder en un territorio, se requiere de información geográfica veraz y actualizada. Así que algunos de los retos relacionados con este tema es precisamente tener una información confiable desde el punto de vista geográfico, actualizada y disponible.
- e) La importancia es intrínseca a la visibilidad de la información que debe de tener una administración gubernamental o una empresa que quiere conocer a su entorno, ya que muchas de las transacciones que se realizan dependen de la situación geográfica de los clientes, de las personas o de los procesos en sí.

- f) Entre los aspectos que hacen importante a la información geográfica está el hecho de que es dinámica: las ciudades cambian; las rutas de distribución son cambiantes; los clientes se mueven; las oportunidades de negocio se van abriendo. Se vive bajo un esquema en donde se debe tener en cuenta la distribución de los recursos, la reducción de los tiempos para proveer servicios, en donde se requiere conocer las situaciones climatológicas.

Lo mismo sucede en organizaciones financieras, en donde se debe definir cómo administrar los recursos, la planeación de las ciudades, la prevención de los delitos. Es decir, hay muchísimos ámbitos en donde la parte crucial es el conocimiento del entorno a través de la representación geográfica de la información y en la medida en que esto se reconoce, crece la importancia de este tema. Lo anterior se hace aún más evidente, dada la velocidad que se tiene actualmente a través del uso de las herramientas geográficas por internet.

- g) Partiendo de la importancia que tiene la información, sin adentrarse aún en la parte geográfica, se puede decir que ésta es básica para la toma de decisiones en todos los ámbitos, tanto para el ámbito gubernamental como para el usuario común. De esta manera, el hecho de contar con información actualizada, disponible y accesible a través de mecanismos fáciles de utilizar, se hace muy importante para apoyar el desarrollo de trabajos y la toma de decisiones.

Enfocando ahora a la parte geográfica, se puede decir en palabras de algunos expertos, que la parte geográfica le da un valor agregado a los Sistemas de información tradicionales y básicamente lo que incorpora es la especialización de esa información. Por ejemplo, de las labores que realiza el INEGI, una de sus actividades principales son los censos, a partir de los cuales se conoce cuántas personas hay en el país, cuántas mujeres, cuántos son hombres, donde están los más pobres, donde están los que carecen de servicios. Si se agrega a esta información el componente geográfico, ya no solamente se conocen los datos, sino que además se puede ubicar en donde están y se puede conocer el área de influencia de una región con tales características; de esta manera, la componente

geográfica a final de cuentas refuerza lo que los Sistema de información tradicionales nos proporcionaban.

### **7.5.2 Datos que alimentan a los Sistemas de información geográfica**

Dentro de los datos, tanto digitales como en formatos impresos que alimentan a los Sistemas de información geográfica, estos varían en función de la demanda de productos y de la información, así como de los objetivos establecidos en cada uno de ellos. No obstante lo anterior, los contenidos principales son los siguientes:

Datos geográficos:

- Topografía y cartografía digital e impresa, de acuerdo con la temática a tratar y las escalas adecuadas al nivel de especificidad que se requiera
- Fotografías aéreas
- Imágenes de satélite
- Ortofotos
- Espaciomapas
- Modelos de elevación
- Sistemas de datos vectoriales y toponímicos de acuerdo a los proyectos
- Información geodésica

Datos descriptivos

- Datos tabulares provistos por dependencias gubernamentales y comerciales
- Datos administrativos proporcionados por los clientes.
- Datos generados a partir a partir de investigaciones de los diversos actores involucrados
- Diccionarios geográficos o Gazetteers
- Catálogos

### 7.5.3 Confiabilidad de los datos y la información que es posible recuperar

Las apreciaciones de los participantes en torno a la confiabilidad de los datos y de la información que es posible recuperar actualmente en México son las siguientes:

- a) En términos generales se señala que no es posible dar un porcentaje o determinar una dicotomía con relación a la confiabilidad de los datos. No obstante, se considera que en México se está trabajando en vista a mejorar la calidad y confiabilidad de los datos y de la información.
- b) La confiabilidad de los datos geográficos está en función de dos aspectos principales: el método a través del cual se obtienen y el uso que se les dé a los mismos.

En lo que respecta al método utilizado para la captación o generación, éste puede ser por un método directo, por ejemplo, como una medición con un GPS de alta precisión; o también puede ser a través de un método indirecto, como por ejemplo, a través de un proceso de foto identificación, en el que la precisión se va modificando: desde el error que se genera cuando se pica en campo sobre una fotografía, luego cuando se transfirió ese picar de campo a una ortofoto y finalmente cuando se digitalizó. Así, en todo el proceso se van sumando errores, de tal manera que es muy diferente el grado de error cuando se utiliza uno u otro método. No obstante lo anterior, es posible afirmar que hay una mayor confiabilidad de los datos al tener un sustento técnico y metodológico que los respalde.

En términos de uso se puede señalar que es posible analizar los datos y su calidad antes de usarlos, así como verificar las características de estos en función de los procedimientos metodológicos seguidos para su obtención, en tanto que en el aspecto de uso, se puede poner como ejemplo el caso en el que se requiere de mucha precisión para ubicar un yacimiento petrolero y si la cartografía no tiene la precisión adecuada para poder ubicarlo, no sería conveniente su uso, pues los cálculos serían erróneos. Asimismo, la necesidad de exactitud para determinar el valor catastral de una vivienda, que para ubicar un área de afectación contaminada, son diferentes.

- c) La cuestión de la confiabilidad también tiene que ver con la vigencia y la actualización de la información. Así por ejemplo, puede ser una información confiable del 2004, pero debido a que la información cambia, en el 2011 no se puede tener la certeza de que sea la misma en la realidad a la que está representada.
- d) Una perspectiva importante para nuestro trabajo desde la cual es posible verificar la confiabilidad de los datos y de la información que se recupera, es a partir de la documentación de estos, es decir, de los propios metadatos que los describan, en donde, entre otra información se tiene: el método por el cual se obtuvo, cuál es el parámetro de error que tiene ese dato (más menos tantos metros en función de la escala que se determine), entre otros elementos importantes a considerar para su uso.

#### **7.5.4 Temáticas principales a las que se orientan los Sistemas de información geográfica**

De acuerdo con la investigación desarrollada, las temáticas a las que se orientan actualmente los Sistemas de información geográfica son muy diversas. Entre las principales temáticas identificadas están: el ordenamiento territorial, el medio ambiente y cuestiones de ecología; a continuación se orientan a temas de Educación y Salud; y en menor proporción a comercio, geología así como migración, turismo, historia, minería, catastro, política, atlas de riesgo, transporte, información agraria y otros aspectos derivados de la integración de estas herramientas con otros sistemas administrativos.

#### **7.5.5 Temporalidad de la información que se maneja**

Con la finalidad de conocer la temporalidad de la información que se maneja en los Sistemas de información geográfica, se estableció una clasificación basada en tres posibilidades: histórica, actual o prospectiva.

En cuanto a los resultados obtenidos, se pudo apreciar que la gran mayoría (un 93%) maneja información actual, un 73% histórica y solamente el 13% señaló estar trabajando con simulaciones o tendencias.

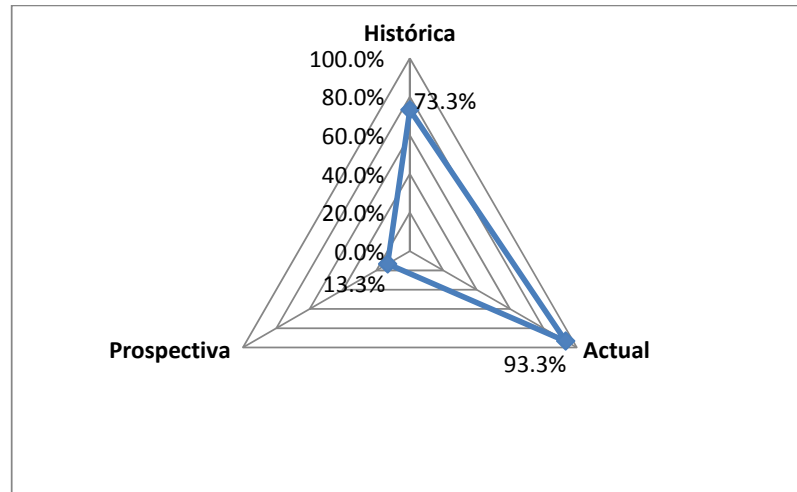


Figura 99. Gráfica de la temporalidad de la información utilizada

## 7.6 Problemáticas y aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica

### 7.6.1 Problemática actual

#### a. Cuestiones técnicas

- Obsolescencia de la información.
- El desconocimiento y bajo uso de normativas y estándares.
- Falta de parámetros bien establecidos para las capas de información.
- Marcos de referencia y transformaciones entre datos no homogéneos.
- Cambios en los marcos de referencia, actualización de la información y en la transformación de datos provenientes de diversos programas computacionales.

- En relación con los marcos de referencia otro problema radica en su baja utilización, no por falta de ellos sino por falta de capacitación y difusión.
- Falta de auto sistematización de la generación de metadatos y recolecta.
- No todos los generadores de información crean los metadatos asociados a los datos que generan, provocando que la información no sea del todo útil en vista a compartir.
- Problemática para homologar las bases de datos debido a que los términos de referencia no son concretos.
- Los metadatos, así como los demás elementos que definen las cartografías, dependen mucho de los sistemas usados y la fuente de datos, que suelen ser muy variados.
- Debido a las amplias extensiones territoriales, la cobertura de información es baja y con lo que más se cuenta es con información de las principales ciudades en lo urbano y algunas áreas de interés forestal, minero o acuíferos, pero en resoluciones menores.
- Falta de personal especializado, no solo para el desarrollo e instalación de geotecnologías; incluso de las mismas empresas de software comercial (distribuidores autorizados) no están en la capacidad de dar soporte técnico.

#### **b. Cuestiones tecnológicas**

- La información geográfica requiere de una capacidad de almacenamiento elevada, siendo este un tema a considerar constantemente dentro de las organizaciones que la contienen y administran.
- Es muy importante determinar los parámetros de inicio de los sistemas y que en caso necesario las adecuaciones sean mínimas.



- Altos costos en el licenciamiento de software.
- Falta de soporte técnico en software libre.
- Datos de diferentes formatos y su respectiva integración.
- Compatibilidad de las aplicaciones entre diversos sistemas operativos, principalmente entre Unix y Windows.
- Requerimientos de actualización constante de los equipos y licencias nuevas de software.
- Grandes requerimientos de capacidad de cómputo.

#### **c. Cuestiones de organización**

- Falta de interoperabilidad geográfica entre dependencias y organismos generadores de información.
- La normatividad y regulación establecida internamente en las organizaciones no integra a todos los usuarios ni a los generadores de información geográfica.
- Falta de *cultura* en lo que corresponde al uso de la información geográfica como base de la toma de decisiones.
- En ocasiones no se sigue la normatividad establecida por parte todas las instancias involucradas en los proyectos desarrollados, o internamente en la institución (por desconocimiento o conscientemente).
- Falta de esquemas de accesibilidad a las aplicaciones, entre los que están: apertura de puertos de comunicación, permisos a usuarios, administración de protocolos de comunicación, otros aspectos de seguridad informática.
- Problemática por licenciamiento, derechos de autor, accesibilidad de la información, tamaño de los archivos y compatibilidad de los metadatos.

#### **d. Usuarios**

- Falta de capacidad técnica y de personal certificado.
- Necesidad de formar y capacitar a los usuarios a distintos niveles.
- A medida que crece el conocimiento y uso de los Sistemas de información geográfica, también crecen las demandas en cuanto a solicitudes y requerimientos de procesos más específicos, lo cual conlleva también a la necesidad de capacitación.
- Falta de conocimiento en el manejo de los software por parte de los usuarios, siendo un abanico amplio de posibilidades según sus necesidades.

#### **e. Datos e Información**

- La captación de información es uno de los procesos más costosos, por lo tanto, no todas las instituciones tienen la capacidad de hacerlo y se depende en gran medida de los generadores y de los revendedores.
- Los datos públicos disponibles de manera gratuita tienen muy baja resolución espacial y espectral, en tanto que otras fuentes de información de mayor calidad y precisión el costo se eleva de manera considerable y en ocasiones son tardados los tiempos de entrega.
- Obsolescencia de la información.
- Incompatibilidad de los datos debido a los diferentes formatos y métodos de obtención y representación de la información.
- Falta de estandarización de los procesos de generación y en los propios datos e información geográfica, lo cual dificulta su integración.

- La confidencialidad y el nivel de detalle de la información a la que se tiene acceso.
- Se requiere tener estructurada la información geográfica, no sólo de la parte geométrica sino también de los datos alfanuméricos, en vista a su explotación, importación y exportación.
- Los derechos de uso de la información, dependiendo del tipo de usuario de que se trate.

**f. Otros problemas identificados**

- El tema geográfico en general es poco conocido y utilizado, siendo escasos los usuarios que cuentan con el conocimiento que les permite hacer uso y aprovechar éste tipo de herramientas.
- La participación de los gobiernos de los estados y municipios son fundamentales en la creación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, sin embargo, los cambios de las administraciones (cada 6 años a nivel federal y estatal, y cada 3 años a nivel municipal) representan un problema para darle continuidad a los proyectos.
- El avance de los Sistemas de información geográfica en México ha sido derivado principalmente por la accesibilidad de información y de sistemas abiertos disponibles en internet, más que por iniciativas gubernamentales o comerciales propias.
- La capacitación y formación de profesionales en el área aun es incipiente y la mayoría de los usuarios están a un nivel de visor y poco a nivel de generación y de uso avanzado.

### **7.6.2 Principales aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica en México**

Dentro de los principales aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica en México se identifican los siguientes:

- a) Promover la cultura de la información geográfica a todos los niveles de la sociedad, buscando hacer evidente su utilidad en la vida diaria y en la toma de decisiones de muy diversa índole.
- b) Establecer y oficializar los estándares para la generación, manejo, organización y gestión de la información geográfica desde la instancia encargada de ello.
- c) Desarrollar las competencias básicas para que todas las personas conozcan y manejen los conceptos mínimos requeridos para hacer uso de éstas herramientas (desde los niveles educativos básicos, hasta el nivel superior de formación).
- d) Difundir la utilidad de los Sistemas de información geográfica, hacerlos visibles y promover su utilización.
- e) Desde la perspectiva académica, la apertura de más programas educativos orientados a la formación de profesionistas en estas disciplinas, con la correspondiente promoción de ellas y la adecuada orientación de estas carreras, buscando empatarlas con las necesidades actuales y futuras de la sociedad.
- f) La utilización de los Sistemas de información geográfica se ha extendido en muchas disciplinas y uno de los principales aspectos de mejora es que se le dé la orientación y el uso adecuado dentro de la formación de los estudiantes.

Lo anterior se hace evidente al observar que en diversas Instituciones de Educación Superior, se han incorporado laboratorios de cartografía y de Sistemas de información geográfica en escuelas o facultades que no son propios de la Geografía o de Ciencias de la Tierra, o algunos otros casos,

en donde hay centros o laboratorios de Información geográfica que dan servicio a diferentes centros educativos.

Por lo anterior y debido a que la utilización de este tipo de información se está extendiendo a otras disciplinas, se hace necesario que personas de otras áreas del conocimiento integren su visión y orienten el desarrollo y uso de los Sistemas de información geográfica a lo que ellos requieren, tendiendo incluso a que cada usuario pueda ser generador de su propio Sistema y convirtiéndolos de usuarios tradicionales a usuarios inteligentes del propio sistema.

Asimismo, en la medida en que la idea anterior sea puesta en práctica, el concepto de la herramienta de Sistemas de información geográfica podrá ser llevado al nivel de tecnología, aprovechando su utilidad práctica en las diferentes áreas y líneas de investigación en que se aplique.

- g) En relación con el software para manejo de Sistemas de información geográfica, uno de los principales problemas es el elevado costo de su licenciamiento, por lo que es difícil que los usuarios puedan acceder a él. Una alternativa al respecto es el uso de software libre, el cual tiene menos restricciones y da las posibilidades de desarrollos propios.
- h) A nivel macro, pugnar por el establecimiento de canales de comunicación eficientes, que permitan una mayor participación de los diferentes actores involucrados en la IDEMEX, tomar acuerdos y potenciar su desarrollo.
- i) Hacer pública la mayor cantidad de información posible en vista a compartirla y optimizar su uso.
- j) Hacer un mejor uso y aprovechamiento de las tecnologías actuales, así como fomentar y estimular el desarrollo tecnológico a todos los niveles.
- k) Buscar el establecimiento y consecución de proyectos estratégicos que perduren a pesar de los cambios de gobierno federal, estatal y municipal.

## **Capítulo 8. Propuesta de un modelo para el desarrollo e integración de Sistemas de información geográfica en México**

### **8.1 Introducción**

El trabajo desarrollado para la generación del modelo, que acorde con la estructura del diseño metodológico establecido corresponde a la tercera etapa del desarrollo de este trabajo, se apoya en los insumos y resultados de la investigación documental presentados en los primeros capítulos de este documento (primera etapa del proyecto), así como en el análisis y los resultados de la investigación social realizada, expuesta en el capítulo 7 (segunda etapa del proyecto), a partir de los cuales se integran, deducen e infieren los diversos elementos que conforman el modelo.

### **8.2 Definición raíz de Sistema de información geográfica**

De acuerdo con la metodología establecida, el diseño del modelo parte de la definición propia que se hace del sistema estudiado, la cual dentro de la técnica empleada se denomina *definición raíz*. Asimismo, se cree importante hacer hincapié en el significado de la noción y en el proceso mismo de generar una definición, por lo que se considera pertinente elucidar lo siguiente:

En principio, la *definición* como herramienta teórica implica razonar. En el sentido originario que se le daba a la palabra «crítica», que procede del vocablo helénico *crinos*, ésta aludía a las ideas de separar, analizar o descomponer un objeto en sus constitutivos simples.

Por otra parte, se ubican también diferentes tipos de definiciones, entre los cuales Señorino y Bonino<sup>255</sup> destacan las siguientes:

---

<sup>255</sup> Señorino, O. y Bonino, S. *Instituciones educativas: las definiciones de la indefinición*. Revista Iberoamericana de Educación. 25/08/02. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/332Senorino.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

*Ostensiva.* Es la que más se adecúa a la representación del sentido común, pues se basa en la mostración, a modo de señalamiento directo, del objeto que se quiere definir.

*Negativa.* Se establece y se fija el criterio a partir de lo que «no corresponde» al objeto de estudio ni a sus funciones, por ser anómalo, inoperante, extraño, o hasta inmoral.

*Intrínseca o inmanente.* Consiste en explicar un objeto a definir mediante la indicación de principios inherentes al mismo.

*Extrínseca o contextual.* Procede mediante principios no inherentes al objeto que se trata de definir y se preocupa por entender la realidad en el contexto más amplio de la realidad que le sirve de marco.

*Verbal o nominal.* También llamada «definición de diccionario», trata de establecer una igualdad entre dos expresiones sinónimas.

*Normativa.* También llamada «deóntica», no se sitúa en el plano del «ser» sino a definir un objeto por lo que «debe ser».

*Esencialista.* Sostiene que una definición (universal) de una realidad se lleva a cabo por medio de la división, considerando la clase a la cual pertenece para colocarla en un determinado nivel de jerarquía, lógica y ontológica.

*Genética o causal.* Consistente en la indicación del proceso en virtud del cual un objeto llega a alcanzar la categoría de existente. Atiende a las condiciones históricas que le dan origen y al proceso en virtud del cual ha llegado a ser lo que es, incorpora la explicación como procesos, desglosa los momentos que la constituyen como tal y los mecanismos que lo rigen.

Dentro de estos tipos de definiciones, la que se ha considerado más adecuada para fines de este trabajo es la enunciada en último término, dado que supera las limitaciones o incluso excesos de las anteriores, al mismo tiempo que incorpora un sentido de rigor lógico en la actividad de acotar el significado, pero también recupera la importancia de insertar al objeto que se define en su contexto y en su devenir histórico.

De igual manera, es importante también considerar que desde el punto de vista de la *Lógica*, están dadas una serie de reglas para ejecutar la acción de definir<sup>256</sup>. Algunas de las más importantes son las siguientes:

- a) La definición debe ser más clara que la cosa definida.
- b) Lo definido tiene que quedar excluido de la definición.
- c) La definición no debe contener ni más ni menos que lo susceptible de ser definido.

Conforme a las consideraciones anteriores y como parte del ejercicio de construcción conceptual, se alude a un *Sistema de información geográfica* como:

*Sistema conformado por usuarios, generadores de datos, desarrolladores de aplicativos y entidades normativas, que cuenta con una estructura organizativa, recursos físicos, tecnológicos y de información, así como reglas de gestión, cuyas funciones principales son la captura, manejo, acceso, distribución, intercambio, organización, operación, suministro, estudio, generación y regulación de diversos productos y servicios relacionados con la Información Geográfica, que tiene como fin solventar las necesidades y demandas de este tipo de información para apoyar la toma de decisiones, la planeación y la gestión de actividades, estudios y proyectos en muy diversos ámbitos, relacionados con el territorio.*

De acuerdo con la definición anterior, los fines de un Sistema de información geográfica son:

- Cubrir las necesidades de información geográfica de los diferentes tipos de usuarios
- Gestionar y difundir documentos e información del tipo geográfico
- Generar y regular productos y servicios relacionados con la IG
- Ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, la planeación y la gestión de diversas actividades, estudios y proyectos relacionados con el territorio.

---

<sup>256</sup> Bueno, G. y Martínez, L. *Nociones de filosofía. Quinto curso*. Ediciones Anaya. Salamanca 1955, p. 53. Disponible en: <http://www.fgbueno.es/med/dig/gb55nf2.pdf> [Consulta:21-08-2011]



En cuanto a los componentes identificados se tienen:

- Usuarios, generadores de datos, desarrolladores de aplicativos y entidades normativas (actores)
- Estructura organizativa (organización)
- Recursos físicos, tecnológicos y de información (infraestructura)
- Reglas de gestión y operación (normatividad)

Cabe señalar que aún y cuando la definición de Sistema de información geográfica propuesta pudiera parecer compleja, es importante tener en cuenta que dada la decisión de optar por un tipo de definición genética o causal hace que ésta no esté restringida a un producto o a unos resultados determinados, sino que se incorpora en ésta el proceso, así como el contexto histórico-social, la función y la estructura que la soporta.

### 8.3 Análisis estructural-funcional-sistémico

Bajo el enfoque estructural-funcional-sistémico se hace posible estudiar y definir el objeto o sistema motivo de estudio, basado en las relaciones entre las partes como un todo integrado; con él se hace una abstracción de la realidad, a partir del reconocimiento de que ésta se encuentra formada por estructuras, es decir, del conjunto de elementos y de interrelaciones que lo caracterizan, incorporando además a la *interdependencia, globalidad y permanencia* como conceptos fundamentales<sup>257</sup>.

El valor agregado que da la incorporación de estos últimos tres conceptos en el análisis y la definición de la estructura de un sistema, es que nos permite considerar diferentes aspectos que lo integran y en contraparte, se considera la estructura y la interrelación entre los elementos o componentes del sistema.

---

<sup>257</sup> Sampedro, J. L. y Martínez Cortiña, R. *Estructura Económica. Teoría básica y estructura mundial*. Ed. Ariel. Barcelona, 1975. En: Hidalgo Capitán, A. L. *El cambio estructural del sistema socioeconómico costarricense desde una perspectiva compleja y evolutiva*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis/alhc/index.htm> [Consulta: 21-08-2012]

### 8.3.1 Enfoque de sistemas

Senge<sup>258</sup> señala que el *pensamiento sistémico* es una disciplina que permite observar la totalidad (el sistema) a través de la cual es posible establecer un marco para ver interrelaciones y/o estructuras que subyacen a situaciones complejas.

De acuerdo con la definición anterior y apoyados en la técnica de mapas mentales, a continuación se presenta de manera gráfica el análisis en torno al sistema motivo de estudio:

---

<sup>258</sup> Senge, P. M. *La quinta disciplina: cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Ed. Granica. España, 2005.

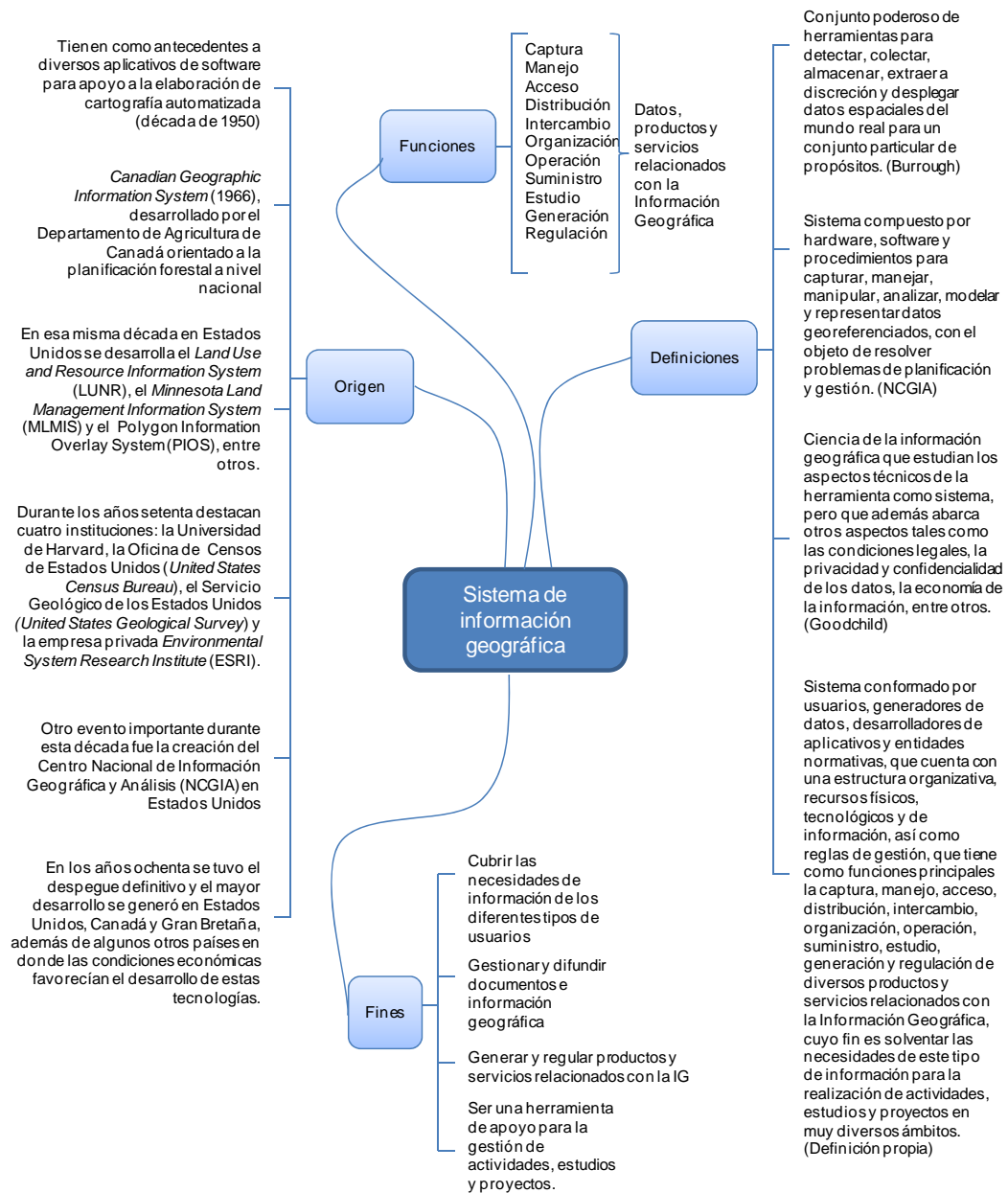


Figura 100. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte I).  
Elaboración propia.

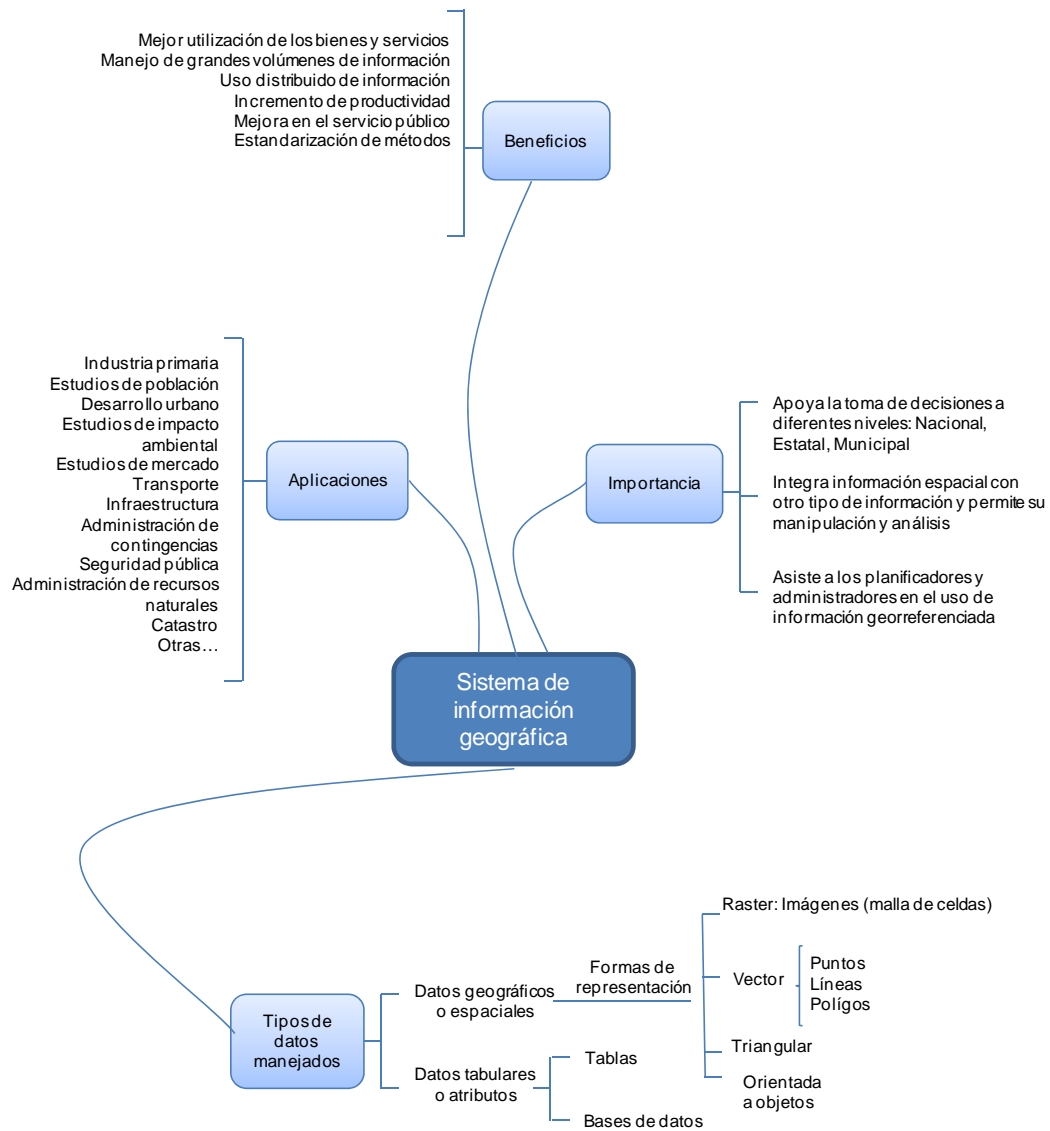


Figura 101. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte II).  
Elaboración propia.

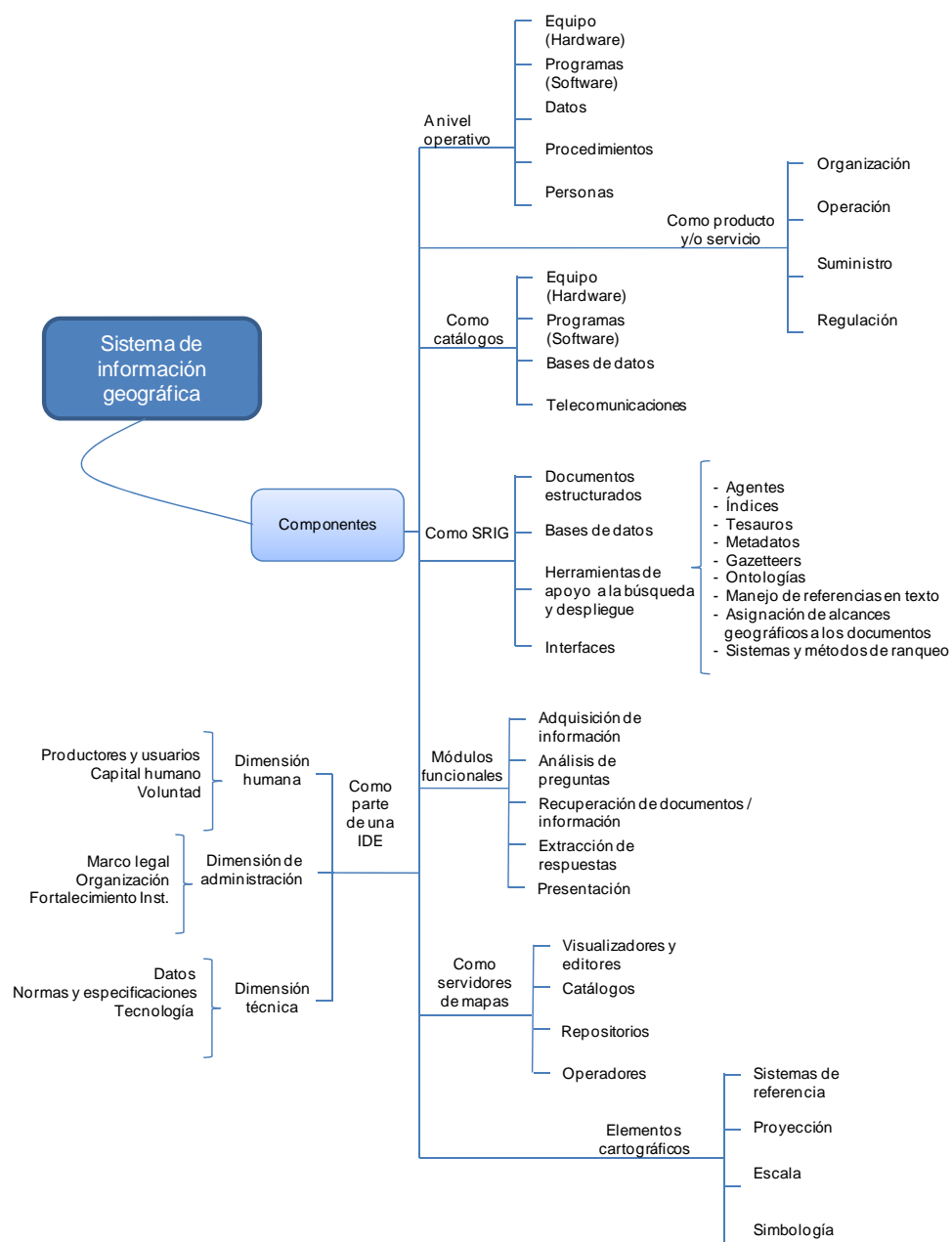


Figura 102. Mapa mental de los Sistemas de información geográfica (parte III).  
Elaboración propia.

### ***Propiedades del sistema motivo de estudio***

Continuando con el estudio de los Sistemas de información geográfica bajo el enfoque de sistemas, algunas de las propiedades más importantes que estos poseen, son las siguientes:

1. Viviente/No viviente: Nuestro sistema es un sistema de tipo Hombre-Máquina, constituido por conceptos, objetos y sujetos. Es decir entidades vivientes y no vivientes.
2. Abierto: Nuestro sistema es abierto dado que es viviente y posee un medio con el cual se relaciona, intercambia y comunica.
3. Entropía, incertidumbre e información: Presenta un nivel bajo de entropía, dado que su definición estructural está claramente constituido, sin embargo puede ser susceptible de mejora en su implementación.
4. Equifinalidad: El sistema estudiado sigue una tendencia hacia el mejoramiento de los servicios y la unificación de políticas y procedimientos que en cuestión de este tipo de servicios se refiere.
5. Complejidad organizada: Debido a que el sistema es un sistema viviente, cuenta con esta propiedad.
6. Propósitos: Nuestro sistema cuenta con un propósito, y todos sus esfuerzos van orientados a lograr sus objetivos.
7. Organización: Por lo observado, nuestro sistema motivo de estudio posee esta propiedad, ya que su contenido está definido; su estructura delimita las funciones de sus elementos; sus comunicaciones determinan la interacción de los subsistemas y su operación se orienta a la consecución del objetivo.
8. Estabilidad: Existe una clara definición del sistema, basado mucho en las propiedades antes señaladas.
9. Eficiencia: Nuestro sistema motivo de estudio, presenta un grado de eficiencia aceptable, pero mejorable en múltiples aspectos.

10. Eficacia: En base a los fines identificados, se puede decir que los actuales sistemas son eficaces en una buena medida, pero aun lejos de alcanzar los niveles de algunos países desarrollados.

11. Efectividad: Por su contribución al suprasistema, se infiere que nuestro sistema es efectivo, ya que se constituye como un ente que apoya a los diferentes tipos de usuarios con recursos informativos.

### ***Suprasistema***

Como parte del análisis del sistema, dado que éste se ubica dentro de un ambiente específico y forma parte de un sistema mayor (denominado *suprasistema* de acuerdo con la metodología empleada), sigue ahora describirlo:

Como se señalaba anteriormente en el apartado 6.4 (pág. 262), el *entorno* o *ambiente* en el que se generan los Sistemas de información geográfica tiene que ver con todos los elementos que los rodea, tanto en su desarrollo, como en su funcionamiento y se vinculan con un conjunto de influencias externas que están fuera de su control. En cuanto a estas influencias, pueden ser de dos tipos: generales o específicas.

Los aspectos generales ejercen una influencia indirecta y entre ellos están:

- El desarrollo tecnológico
- El estado de la economía, la política y la sociedad

Entre los factores que ejercen influencia específica, se encuentran personas e instituciones que tienen contacto directo con los Sistemas de información geográfica, tales como:

- La organización a la que pertenece, en la que se desarrolla o en la que se utiliza
- Los consumidores o usuarios
- Los proveedores o suministradores
- Los competidores

- Las agencias gubernamentales
- Las instituciones académicas
- Las organizaciones relacionadas con las disciplinas involucradas o afines

De lo anterior se puede enunciar, que el contexto actual en el que se enmarcan los Sistemas de información geográfica está principalmente dado por el campo disciplinario del mismo, así como de los procesos de *globalización*, la *sociedad del conocimiento* y la *sociedad de la información*.

En cuanto al campo disciplinario, éste se esquematiza iniciando por la *Geomática* y por otras disciplinas relacionadas de manera interdisciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar, tales como la Geografía, la Geología, la Topografía, la Informática, la Geodesia, entre otras.

Bajo ese contexto se generan *necesidades*, las cuales se dan a partir de *problemas* particulares, tales como el estudio de fenómenos climáticos, la planeación o distribución de un producto, el seguimiento de una epidemia, o a partir de una *demanda* por parte de un público en particular, como los servicios de geolocalización, la delimitación de los ejidos (propiedades rurales de carácter colectivo) por parte del gobierno, entre otros. Cabe destacar que la diferencia principal entre un problema y una demanda básicamente radica en quién lo plantea y el poder político o de autoridad que lo acompaña.

De esta forma, las necesidades generan la apertura de *servicios*, los cuales se apoyan en diferentes elementos, entre ellos, datos, herramientas y procedimientos, a partir de los cuales se generan *productos* en vista a cubrir la necesidad planteada. Sirva de ejemplo el caso de una persona que requiere información de hoteles en una ciudad específica y para ello recurre a un servicio de consulta basado en un Sistema de información geográfica, el cual a partir de entender la necesidad planteada, recopila información de varias fuentes. A continuación aplica diversas herramientas y técnicas, para finalmente generar un producto, que presenta al usuario y le otorga posibilidades adicionales para interactuar con la información presentada, tales como el refinamiento de la búsqueda a partir del primer conjunto de información, el despliegue de información específica, entre otras.

El esquema anteriormente planteado sigue el principio del enfoque basado en procesos, el cual hace referencia a un conjunto de actividades ligadas entre sí que



utiliza recursos y controles para transformar elementos de entrada (especificaciones, recursos, información, servicios,...) en resultados (otras informaciones, servicios,...).

A continuación, de manera tradicional, en los procesos seguiría esquematizar la retroalimentación, la cual hace referencia a los mecanismos a través de los cuales el sistema o proceso se hace de información para conocer su estado y evaluar su desempeño, en vista a su mejora.

No obstante lo anterior, el proceso de retroalimentación sigue un modelo cíclico, que para nuestro caso no aplica, pues visto éste como un *Sistema Complejo*, el proceso que seguiría es similar al de una espiral ascendente, en donde a partir del contexto, las experiencias, la evolución de las tecnologías y otros factores, el sistema mejora y evoluciona, y es a lo que en palabras de Varela<sup>259</sup> se denomina *enactividad* o *proceso enactivo*.

De manera esquemática, lo anteriormente dicho puede ser representado como se muestra a continuación (figura 103).

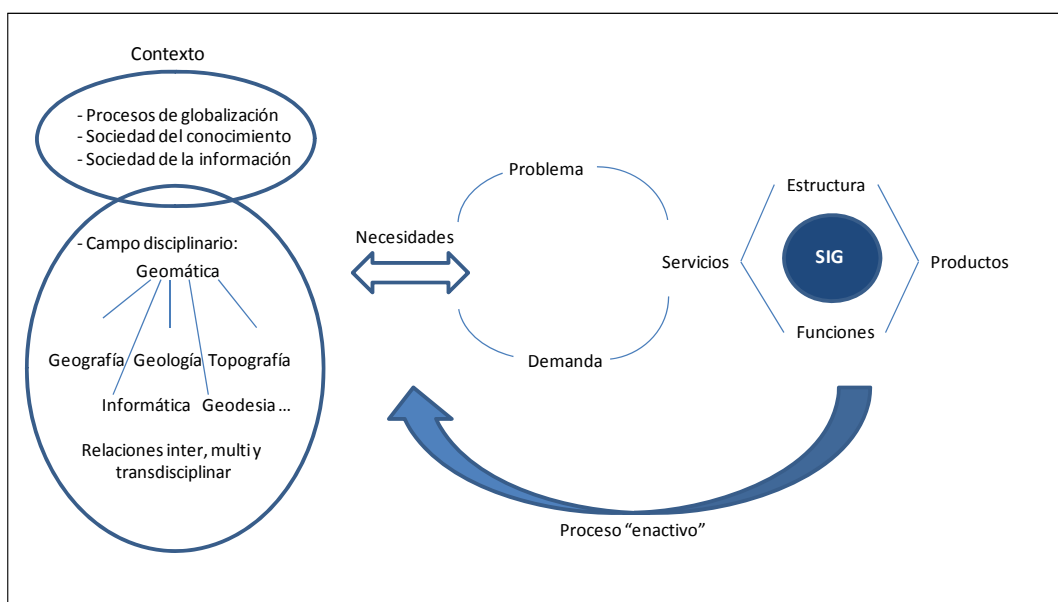


Figura 103. El suprasistema del sistema motivo de estudio.  
Elaboración propia.

<sup>259</sup> Varela, F. J. *Conocer: las ciencias cognitivas, tendencias y perspectivas*. Ed. Gedisa. Barcelona, 1990.

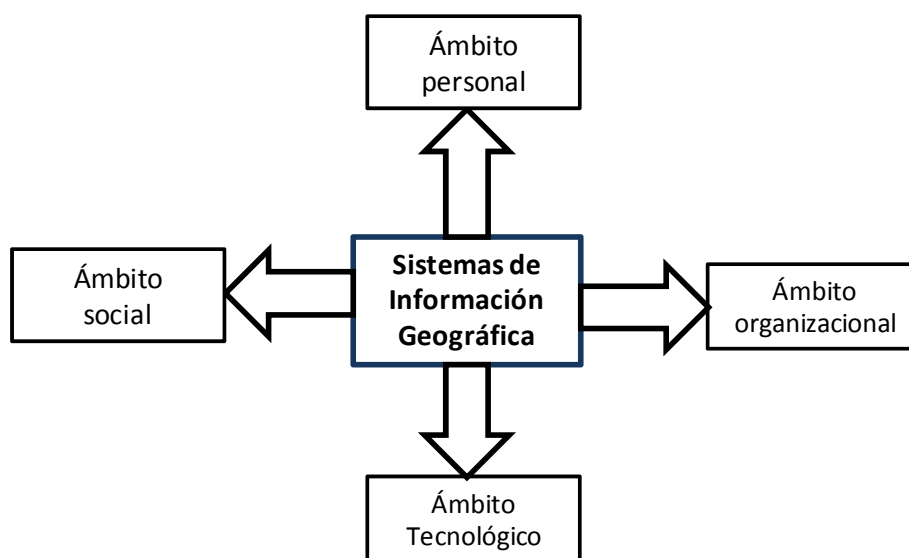
### 8.3.2 Enfoque funcional

En relación con la parte funcional de los Sistemas de información geográfica, al ser estos un subconjunto particular de los Sistemas de información, con características y particularidades propias, es factible analizarlos desde esa óptica y para tal efecto es posible remitirse al capítulo 3 de este documento.

Asimismo, tanto en el capítulo 3 como en el capítulo 4 se revisan diversos aspectos funcionales de los Sistemas de información geográfica, así como de los Sistemas de recuperación de información geográfica, respectivamente, considerando que ambos enfoques deben ser integrados. De esta manera, se piensa que queda cubierta la explicación del enfoque funcional que debería adoptarse.

### 8.4 Ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica

A partir del análisis estructural-funcional-sistémico documentado en los apartados precedentes, continuó la realización de un ejercicio para la identificación de los aspectos claves que tienen injerencia en los Sistemas de información geográfica, determinando para ello cuatro ámbitos diferentes de gestión y aplicación desde los cuales se perfilaron: el personal, el social, el organizacional y el tecnológico (figura 104).



*Figura 104. Ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica.  
Elaboración propia.*

### 8.4.1 Ámbito personal

En este ámbito se parte de la premisa del ser humano como un ser complejo, la cual surge del hecho de que el hombre es un ser biológico, psicológico y social (biopsicosocial) con una serie de necesidades que reclaman ser satisfechas a efectos de que el individuo logre la realización en la vida. De acuerdo con Maslow <sup>260</sup> estas necesidades son:

*Necesidades fisiológicas.* Entre éstas se encuentran las necesidades de satisfacer el hambre, la sed, dormir, alivio al dolor y otras necesidades corporales.

*Necesidades de seguridad.* Se refiere a necesidad de seguridad, de protección, de estar libre de peligro, de orden y de un futuro predecible.

*Necesidad de amor y pertenecer.* Dentro de éstas se encuentran la necesidad de amigos, de compañeros, de una familia, de identificación con un grupo y de intimidad.

*Necesidad de estima.* Aquí se encuentran la necesidad de respeto, confianza, admiración, respeto a uno mismo, autonomía, logro y comprende también factores de estima como estatus, reconocimiento y atención.

*Necesidad de autorrealización.* Dentro de éstas se encuentran las necesidades de satisfacer nuestras propias capacidades personales, de desarrollar nuestro potencial, de hacer aquello para lo cual tenemos mejores aptitudes y la necesidad de desarrollar y ampliar los metamotivos (descubrir la verdad, crear belleza, producir orden y fomentar la justicia).

Dado que cada persona constituye una realidad diferente de los demás, estas necesidades no son siempre satisfechas de igual modo en todos los individuos, pero indiscutiblemente están presentes en todo ser humano. La satisfacción de la mayoría de estas necesidades depende de agentes externos, por lo que supone el establecimiento de relaciones con el medio que lo rodea y con el cual tiene que interactuar diariamente.

---

<sup>260</sup> Maslow, A. *El hombre autorrealizado: hacia una psicología del ser*. Ed. Troquel. Buenos Aires, 1985.

## **Actores sociales**

De acuerdo con Tourain<sup>261</sup>, un actor social es un sujeto colectivo estructurado a partir de una conciencia de identidad propia, portador de valores, poseedor de un cierto número de recursos que le permiten actuar en el seno de una sociedad con vistas a defender los intereses de los miembros que lo componen, para dar respuesta a las necesidades identificadas como prioritarias.

Siguiendo con éste autor, señala que también puede ser entendido como un grupo de intervención, tal que percibe a sus miembros como productores de su historia, para la transformación de su situación. En ambos casos, el actor se ubica como sujeto colectivo y es generador de estrategias de acción (acciones sociales), que contribuyen a la gestión y transformación de la sociedad.

Ahora bien, toda relación social involucra una relación de poder, que es también una relación de intercambio y de negociación de carácter recíproco y desequilibrado, de tal manera que los actores sociales actúan en consecuencia del marco de relaciones sociales desiguales y conflictivas, basadas en la influencia, la autoridad, el poder y la dominación.

En dichos casos, el sistema político es más o menos permeable a la influencia de los actores sociales, según las características que lo fundamentan: desde un tipo centralizador y autoritario, hasta un tipo descentralizador y democrático. En todos los casos, la intervención de los actores sociales se da a partir de su representatividad en el seno de la sociedad y de su poder, el cual se manifiesta por su capacidad de transformar los conflictos sociales en nuevas reglas institucionales.

En cuanto a la caracterización y evaluación de los actores y de sus interrelaciones, es preciso conocer de cada uno de ellos lo siguiente:

- Su campo de intervención
- La función que cumplen
- Su representatividad
- El poder que inviste

---

<sup>261</sup> Touraine, A. *Le Retour de l'acteur. Essai de sociologie*. Fayard, Paris, 1984. En: Documento electrónico de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. *Actores sociales*. Disponible en: [http://cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/Actoressociales\\_.doc](http://cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/Actoressociales_.doc) [Consulta: 21-08-2012].

- Los recursos de que dispone
- Los objetivos que persigue
- Las acciones que desarrolla
- Los resultados que obtiene
- Las relaciones con otros actores para llevar a cabo sus estrategias
- Las posturas que adoptan con respecto a situaciones que le afectan

De esta manera, cuando se conoce quién hace qué, en nombre de quién, cómo lo hace, los objetivos que persigue, el tipo e intensidad de las relaciones que establece, así como los modos de relación y reacción, se hace posible definir los ejes prioritarios de la acción social, los factores de bloqueo y las posibilidades de resolución de los conflictos.

### ***Roles sociales***

Bajoit<sup>262</sup> señala que el lugar del individuo en la vida social concreta -como actor en sus relaciones con los otros y sujeto en sus relaciones consigo mismo- se ha vuelto mucho más importante que antes, como consecuencia de las mutaciones que podemos observar en todos los campos de las relaciones sociales (la familia, la escuela, el trabajo, la religión, la política, el placer, la acción colectiva...), constituyéndose a su vez en los diferentes *roles sociales* que cada persona o actor social establece y que representa con otros actores sociales en situaciones determinadas. Así por ejemplo, una persona puede ser un trabajador de una fábrica, capitán de un equipo de fútbol, compañero de trabajo, padre de familia y todas estas funciones sociales son referidas como roles sociales.

### ***Relaciones interpersonales***

Las relaciones interpersonal tienen lugar en una gran variedad de contextos, como la familia, amigos, matrimonio, amistades, trabajo, clubes, entre otras, y pueden ser reguladas por ley, costumbre o acuerdo mutuo, siendo la base de los grupos sociales y la sociedad en su conjunto.

---

<sup>262</sup> Bajoit, G. *La renovación de la sociología contemporánea*. Cultura y representaciones sociales. Revista electrónica de Ciencias Sociales. Año 3, número 5, Septiembre de 2008, México. Disponible en: <http://www.culturayrs.org.mx/revista/num5/Bajoit.html> [Consulta: 21-08-2012].

Lo anterior se hace evidente en la propia vida de la sociedad, la cual se basa en la permanente interacción entre las personas y que principalmente son de tres tipos: relaciones económicas, políticas o ideológicas.

Las relaciones económicas son todas aquellas que se establecen entre las personas y la naturaleza para el aprovechamiento de los recursos naturales, su transformación en productos utilizables, su distribución, transformación, acumulación e intercambio para la satisfacción de necesidades.

Los elementos que intervienen en las relaciones económicas son:

- Necesidades básicas de los seres humanos: necesidades fisiológicas, culturales y psíquicas.
- Problemas económicos: cuestionamiento de qué producir, cuánto producir, cómo producir y a quién se le va a vender el producto.
- Actividades económicas: producción, distribución, cambio y consumo.
- Factores de la producción: tierra, capital, trabajo, tecnología, conocimiento y organizaciones.

Las relaciones políticas se establecen en orden a la determinación de los objetivos de la sociedad y a la creación y uso de los medios para su logro. Normalmente abarca todos los niveles de la vida individual y social de los seres humanos. Entre los elementos de este tipo de relaciones se encuentran: las formas de gobierno; la estructura del estado; las normas reguladoras de la vida social.

En cuanto a las relaciones ideológico-culturales, estas comprenden el conjunto de ideas, símbolos, representaciones sociales, mitos, religiones, actitudes y modos de comportamiento ante el mundo, la sociedad, las personas y muy diversos aspectos propios de la convivencia social, tales como: la educación, la política, la economía, la sexualidad.

Asimismo, en el centro de esas relaciones sociales se ubica El Poder, entendido como la capacidad de un actor o grupo social para lograr que sus propios objetivos se impongan y sean asumidos como propios por los demás integrantes.

### **8.4.2 Ámbito social**

En torno al ámbito social, se hace ineludible considerar los aspectos sociales, económicos y políticos, estando entre los principales los siguientes:

#### ***Estructura social***

La estructura social hace referencia a la manera en cómo una sociedad o grupo se organiza y regula las relaciones sociales a partir de la definición de posiciones y de modelos o pautas de interacción social.

En cuanto a las pautas que se establecen, estas tienen una traducción individual, de tal manera que a las diferentes posiciones de la estructura social le corresponden ciertos roles, ejerciendo un importante papel como modeladores de comportamientos e identidades.

De esta manera, la *estructura social* puede ser entendida como el conjunto de relaciones sociales que actúan sobre los diferentes actores de una sociedad, establecen su posición y determinan su forma de conducta.

#### ***Marco jurídico y normativo***

Con la intención de regular la convivencia social, los países, estados, provincias, municipios y las mismas organizaciones sociales deben instrumentar su marco jurídico-normativo dentro del cual se desenvuelvan sus actividades sociales y mientas que lo normativo sirve a la regla de conducta, lo jurídico refiere al Derecho.

Así por ejemplo, las personas y las organizaciones están reguladas por distintas partes del Derecho: las organizaciones privadas se rigen por el Derecho Comercial, Civil, Laboral, según su actuación y las públicas por el Derecho Administrativo. Por lo anterior, dependiendo de su personalidad jurídica, las organizaciones estarán alineadas a normas que forman un marco legal extenso y complejo.

Adicionalmente se puede señalar que en todas las organizaciones existen marcos jurídicos externos e internos, así por ejemplo, el marco jurídico externo está formado por leyes, decretos, resoluciones de orden público, tales como:

- Constitución política nacional y estatal
- Leyes y decretos nacionales, estatales y municipales
- Disposiciones muy importantes en el accionar de una empresa u organización
- Usos y costumbres, que se refiere a los caminos a seguir marcados por la práctica cotidiana y avalados por los consejos profesionales, como la teoría y las técnicas, o por la jurisprudencia.

En tanto que el marco jurídico interno nace en el momento que la organización se crea o cuando inicia sus operaciones, estando dentro de éste:

- Contrato social o estatuto: Es un documento escrito por socios en el que se encuentra el objeto social, el domicilio legal, el capital social y cualquier otro dato de importancia.
- Acuerdos de asambleas: Son todos aquellos aspectos y compromisos adquiridos por los socios o directivos relacionados con la operación de la organización y en vista a dar cumplimiento a ellos, por lo cual debe haber quórum que los avalen. Dentro de las asambleas se distinguen tres tipos principales:
  - Constitutiva: Tiene lugar una sola vez y da comienzo a la sociedad.
  - Ordinaria: Trata temas de interés general y de seguimiento.
  - Extraordinaria: Trata temas en forma eventual y son muy importantes para la vida de la sociedad, por ejemplo, una fusión.

Para el caso que nos ocupa, el marco jurídico-normativo al que se hace referencia es al conjunto de normas y leyes relacionadas con los Sistemas de información geográfica y con la gestión de la información en México, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos
- Plan nacional de desarrollo



- Planes estatales de desarrollo
- Ley del sistema nacional de información estadística y geográfica
- Ley de imprenta
- Ley general de bibliotecas
- Ley para el fomento de la lectura
- Ley federal del derecho de autor
- Ley federal de archivos
- Ley general de bienes nacionales
- Ley de ciencia y tecnología
- Ley federal de transparencia y acceso a la información pública gubernamental
- Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos
- Los tratados internacionales ratificados por México de acuerdo con las disposiciones contenidas en el Artículo 133º. Constitucional.
- Las decisiones judiciales del ámbito interno y las del externo.
- Normas técnicas
- Regulaciones y normatividad interna que las propias organizaciones establezcan.

Cabe señalar que la importancia de éste componente radica en que posibilita la interoperabilidad y el intercambio de información en la medida en que se sigan los marcos normativos, las normas y estándares que se establezcan para ello. De lo contrario sería prácticamente imposible lograrlo.

### ***Administración pública***

La Ley orgánica de la administración pública federal de México<sup>263</sup>, se publicó el 29 de enero de 1976 y entró en vigor el 1º de enero de 1977. Según lo explica en sus propios motivos, se crea para evitar duplicaciones, precisar responsabilidades y simplificar estructuras.

Con el paso del tiempo, éste ordenamiento ha introducido algunos cambios y mejoras, dentro de los cuales, uno de los más importantes es el de regular

---

<sup>263</sup> Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/153.pdf> [Consulta: 20-08-2012]

conjuntamente tanto la Administración pública centralizada como a la Administración pública paraestatal.

No siendo nuestro interés abundar sobre el tema, sí se cree conveniente explicar la importancia de la Administración pública, la cual consiste en el hecho de que prácticamente el Gobierno afecta a todas las empresas y a todos los aspectos de la vida de los grupos y de los ciudadanos.

En cuanto a los negocios, el Gobierno desempeña dos papeles principales: el de fomento y el de limitación o regulación, pero al mismo tiempo, el Gobierno es también el mayor cliente, pues compra bienes y servicios a través de los fondos públicos.

En lo que se refiere a las actitudes y las acciones de los legisladores y líderes políticos y gubernamentales, es preciso señalar que éstas cambian con el flujo y reflujo de las demandas y creencias sociales.

### ***Políticas públicas***

Cuando una situación problema se vuelve colectivo, como la pobreza, la criminalidad, el desempleo, el SIDA (VIH), el abastecimiento de alimentos, éstos pueden convertirse, bajo determinadas circunstancias, en *problemas públicos*.

Para atender y dar solución a los problemas públicos, tanto el tratamiento, como las acciones emprendidas por parte de las autoridades y de las entidades públicas, conjuntamente con las personas o grupos de la sociedad, dan lugar a las denominadas *políticas públicas*.

De esta manera, tanto para el establecimiento, como para la evaluación de las políticas públicas se hace relevante considerar tanto a la metodología de la estructuración de problemas, como los métodos para solucionarlos<sup>264</sup>, lo cual se puede observar de manera general en el siguiente esquema:

---

<sup>264</sup> Dunn, W. N. *Public Policy Analysis: An Introduction*. Prentice Hall. U.S.A. 1994. En: Caldera Ortega, A. R. *Los problemas públicos: naturaleza y estructuración*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2005. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/11144166/Los-problemas-publicos-naturaleza-y-estructuracion>. [Consulta: 21-08-2012]

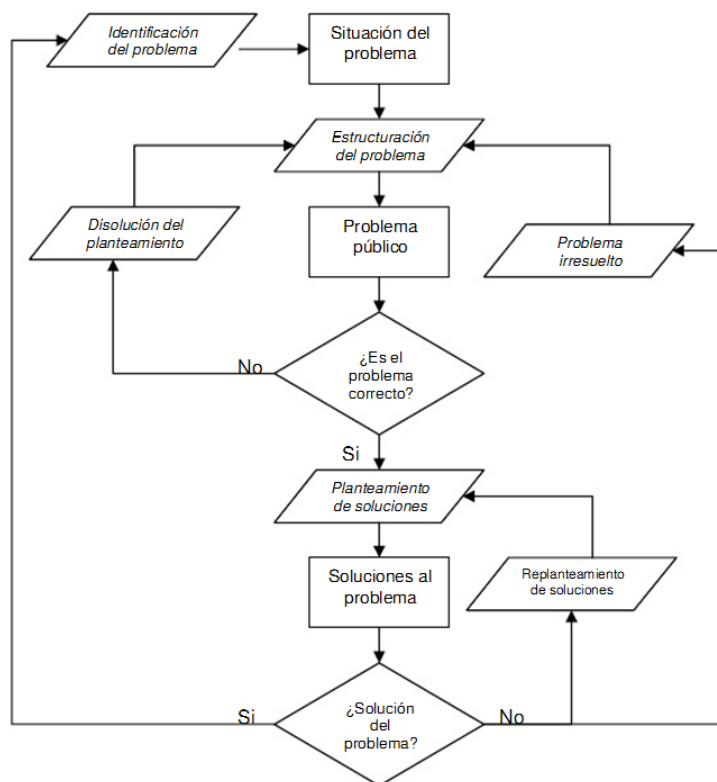


Figura 105. Prioridades en el proceso de estructuración de problemas públicos. Dunn, W. N., 1994

En relación con las políticas públicas en México relacionadas con las tecnologías de información y comunicación, en 2006 se estructuró un proyecto que analizó estos elementos de forma responsable, objetiva y detallada, y que contó con la participación multidisciplinaria de diferentes sectores de la sociedad, tales como el gobierno, la academia, el sector empresarial y la industria de tecnologías de información y comunicación, generándose un documento titulado *Visión México 2020: políticas públicas en materia de tecnologías de información y comunicaciones para impulsar la competitividad de México*<sup>265</sup>.

Dentro de las recomendaciones de políticas públicas generadas se tenían las siguientes:

<sup>265</sup> AMITI, CANIETI, FMD. *Visión México 2020. Políticas públicas en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones para impulsar la competitividad de México*. México, 2006. Disponible en: [http://www.cysp.com.mx/lma/Amiti/Documentos%20Descargables/Doc\\_PP\\_vision\\_Mexico\\_2020\\_resumen.pdf](http://www.cysp.com.mx/lma/Amiti/Documentos%20Descargables/Doc_PP_vision_Mexico_2020_resumen.pdf) [Consulta: 15-10-2011].

1. Un acuerdo de Estado para el establecimiento de una agenda nacional para la competitividad, la innovación y la adopción de tecnologías de información y comunicaciones, que promueva la transición de México hacia la sociedad del conocimiento.
2. Un gobierno que actúe como agente de cambio, vía la adopción temprana y eficiente de tecnologías de información y comunicación, que impulse la competitividad de la economía y mejore el bienestar de los mexicanos.
3. Un gobierno que fomente el desarrollo del sector de tecnologías de información y comunicación para que ocupe un espacio significativo y sea motor de crecimiento en la economía del país.
4. Un gobierno eficiente cuyos servicios públicos sean de clase mundial, vía la adopción de las tecnologías de información y comunicación.
5. Un gobierno que implemente un marco regulatorio que, en un contexto de libre mercado, fomente el desarrollo y la inversión del sector de tecnologías de información y comunicación y garantice la inclusión digital de toda la población.

En el 2007, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial (BM), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) unieron esfuerzos para organizar el *Foro Internacional sobre políticas públicas para el desarrollo de México*<sup>266</sup>.

Entre los temas que se abordaron destacan el crecimiento económico, la competitividad, la reducción de la pobreza y la desigualdad, la transparencia, la gobernabilidad democrática, el acceso a la justicia, el fortalecimiento de las instituciones y el capital humano.

En relación con las tecnologías de información y comunicación, dado que estas emergen de su capacidad para optimizar procesos transaccionales entre diversos

---

<sup>266</sup> BID; BM, CEPAL; CIDE; OCDE y PNUD.(2007). *Foro Internacional sobre Políticas Públicas para el Desarrollo de México*. Disponible en: <http://www.foropoliticaspublicas.org.mx/es/docs.html> [Consulta: 15-10-2011]

agentes, no basta con que estas tecnologías se adopten en cada sector de la economía y de la sociedad de forma independiente; sino que deben desarrollarse en paralelo, de forma de generar complementariedades de tipo transversal, que faciliten la integración efectiva de los procesos asociados a las actividades productivas y organizativas de la sociedad.

Así por ejemplo, de nada sirve el desarrollo de servicios de gobierno electrónico, si los ciudadanos no pueden acceder a Internet para utilizarlos, o viceversa, facilitar el acceso a Internet sin la existencia de contenidos y aplicaciones de interés para los usuarios. Si no existe una utilización transversal de la tecnología, los beneficios resultantes de su incorporación se diluyen, o bien no se aprovechan en todo su potencial.

La situación actual de las políticas públicas relacionadas con las tecnologías de información y comunicación en América Latina dan indicios de que ésta temática se incluye en las agendas públicas de manera parcial, pues se orientan más a los aspectos urgentes y relevantes de cada país y por tanto descuidan en gran medida la visión y el carácter complementario que debería guiar la introducción de estas tecnologías<sup>267</sup>.

De acuerdo con lo anterior y bajo el escenario descrito, no es factible atender la totalidad de los aspectos necesarios para el completo desarrollo de una sociedad digital, sin embargo es preciso que bajo las líneas prioritarias se incorpore el enfoque de complementariedad, buscando con ello que en el corto plazo se establezca una estrategia de política en tecnologías de información y comunicación que le otorgue sustentabilidad y continuidad, la cual en principio debería nacer de la legitimidad de estas tecnologías en el contexto social y político, entendiendo las ventajas que de ello se derivan.

Adicionalmente, existen otros elementos complementarios que pueden otorgar respaldo a una estrategia en tecnologías de información y comunicación, entre los que están las siguientes:

---

<sup>267</sup> Guerra, M.; Jordán, V. *Políticas públicas de Sociedad de la Información en América Latina: ¿una misma visión?*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2010. Disponible en: <http://www.eclac.org/ddpe/publicaciones/xml/1/39181/W314Esp.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

- Participación y responsabilidad compartida en la que, por un lado se conjugue la inteligencia descentralizada de un grupo social bajo un enfoque de abajo hacia arriba y por otro el respaldo de las autoridades de más alto nivel que realicen acciones de arriba hacia abajo, asegurando con ello una coherencia entre el entendimiento e internalización del tema por parte de la sociedad y la toma de decisiones de alto nivel.
- Existencia de instrumentos jurídicos que la avalen, los cuales si bien constituyen elementos que fortalecen la condición de política pública, no resultan suficientes por sí solos.
- El nivel jerárquico y grado de institucionalidad de la entidad a cargo de la política de tecnologías de información y comunicación, pues de ello dependerá las posibilidades reales de concreción.

En México se ha avanzado bajo este esquema de trabajo y en este momento el Senado de la República a través de la Comisión de Ciencia y Tecnología, así como la Comisión de Radio, Televisión y Cinematografía en conjunto con la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C. (CUDI) están trabajando en el *Análisis y reflexión sobre Internet como derecho ciudadano*. No obstante, todo esto es incipiente.

Adicionalmente se considera importante señalar que para que estos proyectos prosperen deben existir instancias de planificación estratégica e implementación operativa, siendo fundamental una estrecha coordinación en la definición de sus lineamientos, de manera que las acciones se complementen con base en el entendimiento y convencimiento sobre el tema.

En cuanto a la planificación estratégica, ésta debe tener un horizonte de mediano y largo plazo, por lo que se hace relevante contar con una estrategia digital flexible que integre acciones posibles de monitorear y de medir con el propósito de lograr impactos significativos en la sociedad. Esto indudablemente impone nuevos retos a la institucionalidad pública, en términos del dinamismo y la capacidad de gestión que se demandan.

## **Economía**

Bajo el ámbito social, un elemento importante en la vida de los individuos y de los grupos sociales que tiene que ver con las relaciones sociales que se establecen a partir de los procesos de producción, intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios, es la Economía.

Dentro de su evolución, Toffler<sup>268</sup> reconoce tres momentos principales de la Economía a partir las características distintivas de las civilizaciones, e introduce el concepto de *ola* para denominar a cada una de ellas:

La primera hace referencia a la economía surgida hace más de diez mil años que estaba basada en las actividades agrícolas y en la cual los recursos naturales constituyeron el factor productivo más importante. Dentro de ésta economía, el valor de los bienes se determinaba más en función del trabajo simple que del trabajo complejo, los productos no se valoraban en función del conocimiento que se aplicaba en su producción sino en proporción al trabajo rudimentario empleado.

La segunda ola surge a partir de la revolución industrial, que impulso el tránsito de la producción manual a la producción maquinizada, con lo cual se impuso la adquisición de conocimientos más específicos que permitieran desarrollar las manufacturas e intensificar la productividad. Entre las consecuencias culturales estuvieron: la uniformización, especialización, sincronización, concentración, maximización y centralización, surgiendo de forma natural la burocracia y las corporaciones.

La tercera ola es la sociedad post-industrial y se señala como inicio a finales de la década de 1950, no obstante, es a principios de la década de 1990 cuando inicia su desarrollo más vertiginoso y que se le conoce como *Era digital*, la cual se basa en cuatro factores principales: la información y el conocimiento, la globalización de los mercados, los satélites y la fibra óptica, el hardware y software<sup>269</sup>.

---

<sup>268</sup> Toffler, A. *La Tercera Ola*. Plaza & Janes. S.A. Barcelona, 1980. Disponible en: <http://www.frrg.utn.edu.ar/frrg/apuntes/cmasala/La%20Tercera%20Ola%20Toffler.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>269</sup> Benavides, I. *La economía convencional y la nueva economía*. La Prensa Digital. Disponible en: <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2003/marzo/26/economia/economia-20030326-08.html> [Consulta: 21-08-2012]

De ésta manera, la denominada *Economía digital*, ha tenido fuertes repercusiones, tanto en el comercio, con el surgimiento de los negocios electrónicos con impacto global los cuales han provocado cambios sociales y culturales sin precedentes en la historia universal.

Otros aspectos más que han hecho evolucionar a la Economía hacia nuevos enfoques son las visiones Ambientalistas y de respeto a la Ecología. Así, en los últimos tiempos parece crecer la consciencia y la atención porque la gestión económica no ponga en peligro -ni para hoy ni para el futuro- los complejos e imprescindibles servicios que el medio ambiente nos proporciona<sup>270</sup> y han traído consigo conceptos como el de *desarrollo sostenible*, el cual hace referencia al hecho de buscar satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, teniendo entre sus principales requerimientos los siguientes:

- Un sistema de producción que cumpla con el imperativo de preservar el medio ambiente.
- Un sistema tecnológico capaz de investigar constantemente nuevas soluciones.
- Un sistema internacional que promueva modelos duraderos de comercio y finanzas.
- Un sistema administrativo flexible y capaz de corregirse de manera autónoma.

Bajo el enfoque anterior, la *Economía ambiental* se orienta al estudio de los problemas ambientales con la perspectiva de la Economía, en tanto la *Economía ecológica* genera un campo de estudio transdisciplinar en vista a estudiar las interacciones entre el sistema natural y los subsistemas social y económico, teniendo como una de sus definiciones más conocidas el de la ciencia de la sustentabilidad<sup>271</sup>.

---

<sup>270</sup> Roca Jusmet, J. *La Economía, la Ecología y la Crisis de la Economía convencional*. Universidad de Barcelona. En: Medina, M. y Kwiatkowska, T. (eds.). (2000). *Ciencia, Tecnología /Naturaleza, Cultura en el siglo XXI*. Barcelona: Anthropos. Disponible en: <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/jordiroca.htm> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>271</sup> Naredo, J. M. *Los cambios en la idea de naturaleza y su incidencia en el pensamiento económico actual*. Información Comercial Española, núm. 711 de noviembre de 1992. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid. En: Van Haudermeiren, S. *Manual de economía ecológica*. Instituto de ecología política. Santiago de Chile, 1998. pp. 97.



## **Educación y Cultura**

La sociedad en su conjunto tiene que desempeñar ciertas funciones para atender a las necesidades de sus integrantes. Muchas de estas funciones, de hecho la mayoría de ellas, necesitan actividades humanas que deben aprenderse y consecuentemente, una de las funciones de la sociedad es garantizar que tal aprendizaje se dé.

Rorty afirma que el conocimiento es una artefacto social y el aprendizaje, un proceso de socialización y de comunicación, un proceso interactivo de intercambios de experiencias y de informaciones<sup>272</sup>.

Partiendo de la definición de la Real Academia Española y de los aspectos anteriormente señalados, para fines de éste trabajo se puede decir que educar es formar intelectual y moralmente a una persona a través de procesos comunicacionales y de socialización, cuyos objetivos consisten en desarrollar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que contribuyan al buen funcionamiento de la sociedad.

En las sociedades de organización simple los objetivos de la educación y los medios empleados para alcanzarlos son bastante fáciles de describir y entender, por ejemplo, en la sociedad primitiva cuya economía giraba en torno de la caza, los objetivos de la enseñanza más importantes tenían relación con las actividades relacionadas en el adiestramiento para lograr una buena caza; pero es obvio que mientras las actividades se van haciendo más complejas, lo propio sucede con la mayoría de los objetivos de la enseñanza.

De esta manera, a medida en que las prácticas educativas avanzaron y evolucionaron, éstas se fueron sistematizando y así se fue construyendo un cuerpo teórico, que a su vez se constituyó como una disciplina orientadora denominada *Pedagogía* que más recientemente ha evolucionado a través de las llamadas *Ciencias de la Educación*.

---

<sup>272</sup> Rorty, R. M. (1982). *Hermeneutics, General Studies and Teaching*. Synergos: Selected Papers from the Synergos Seminars. En: Bruffee, K.A. (1984). *Collaborative Learning and the "Conversation of Mankind"*. College English, Vol. 46, No. 7, p. 647

Ahora bien, en términos generales existen tres tipos principales de educación: la formal, la no formal y la informal. La educación formal hace referencia a los ámbitos de las escuelas, institutos, universidades, mientras que la no formal se refiere a los cursos, academias, e instituciones, que no se rigen por un currículo particular de estudios, y la educación informal es aquella que fundamentalmente se recibe en los ámbitos sociales, pues es la educación que se adquiere progresivamente a lo largo de toda la vida, la cual en los últimos tiempos se ha potenciado a través del uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación, y que actualmente se asocia con el concepto de educación invisible.

En relación con el concepto de cultura, éste también es muy rico en significados y se emplea de muy diversas maneras. No obstante lo anterior, para fines de este trabajo éste se orienta al conjunto de bienes y valores que va creando el hombre a lo largo de su historia, a partir de su interacción con la naturaleza y la sociedad<sup>273</sup>.

Según lo señala Valle Rodríguez<sup>274</sup>, en la correlación hombre, naturaleza y sociedad, desde un punto de vista meramente descriptivo, pueden distinguirse diversas actitudes del hombre frente a su medio.

La primera actitud es la contemplativa, con la que genera el conjunto de creencias en lo sobrenatural y respecto de sentimientos de gran complejidad que se traducen en formas mitológicas, mágicas y religiosas.

Su segunda actitud es la transformadora, con la cual el hombre ha podido modificar y utilizar elementos y fuerzas de la naturaleza para fabricar sus instrumentos, construir sus herramientas y dentro del proceso del desarrollo social, inventar máquinas, plantas industriales, aparatos, equipos. Esta transformación técnica de la naturaleza, cuando incorpora valores estéticos, se materializa en las distintas artes.

La capacidad transformadora del hombre se relaciona estrechamente con su tercera actitud que es la explicativa. Para transformar los elementos naturales o utilizar

---

<sup>273</sup> Valle Rodríguez, F. *Educación y Productividad*. Revista de la Educación Superior. Vol. VII, Número 1, Enero-Marzo de 1978. ANUIES. Disponible en: [http://www.anui.es.mx/servicios/p\\_anui.es/publicaciones/revsup/res025/txt1.htm](http://www.anui.es.mx/servicios/p_anui.es/publicaciones/revsup/res025/txt1.htm) [Consulta: 21-08-2012]

<sup>274</sup> *Ibíd.*

diversas formas de energía, necesita explicar los hechos, fenómenos y procesos que están presentes en la dialéctica de la realidad. Esa explicación que el hombre busca y logra, constituye el fundamento de la ciencia.

Por último, las actitudes anotadas se integran en una actividad reflexiva que trata de encontrar principios, causas y fines en la naturaleza y la sociedad. Esta cuarta actitud permite elaborar la filosofía, a través de la cual el hombre trata de conseguir una explicación racional y coherente de su existencia, de su capacidad para conocer y de su propio comportamiento como individuo y como integrante de la sociedad en que vive.

De esta manera, señala Valle Rodríguez<sup>275</sup>, la cultura abarca estas actitudes que se objetivan en bienes materiales y no materiales creados por la actividad productiva del hombre, y se transmite a través del proceso educativo a generaciones sucesivas para conseguir con ello la permanencia de una cultura preexistente y su transformación progresiva para, asimismo, hacerla congruente con el desarrollo de la sociedad.

Por lo anterior, el papel que cumple la Educación es inseparable del proceso histórico de la Cultura e imprescindible para formar conocimientos, creencias, normas morales, instituciones sociales y políticas, leyes y costumbres, técnicas y hábitos con el fin de que cada generación participe de la mejor manera posible en la organización política de la sociedad, en la producción económica, en la distribución de la riqueza social y en la creación artística.

Desde esta perspectiva el proceso de producción de la cultura descansa en el trabajo físico e intelectual del hombre; y es la educación el medio esencial con que cuenta la sociedad para desarrollar las potencialidades del trabajo humano en todas sus formas.

---

<sup>275</sup> *Ibíd.*

### 8.4.3 Ámbito organizacional

Partiendo de la definición hecha por la Organización Internacional para la Estandarización, una *organización* es un conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.<sup>276</sup>

Lo anterior hace referencia al hecho de que una organización es un grupo social que funciona de manera coordinada, que cuenta con recursos para operar y en el cual se establecen tareas y normas en vista a lograr sus objetivos o propósitos.

De acuerdo con lo anterior, los elementos de una organización para ser considerada como tal son los siguientes:

- Grupo humano
- Recursos
- Fines y objetivos por alcanzar

Adicionalmente se debe señalar que de acuerdo con la *Teoría de las organizaciones*, estos elementos se deben combinar y relacionar dinámicamente con características que los diferencian o identifican como tales, entre los cuales están:

- La división del trabajo
- El proceso de dirección
- La posibilidad de remoción y sustitución del recurso humano<sup>277</sup>

En lo que se refiere a la clasificación de las organizaciones, una de las más comunes es acorde a las funciones o fines que ésta persigue, así por ejemplo, las agrupaciones ciudadanas que son creadas para cubrir alguna necesidad social son denominadas organizaciones civiles, tales como los partidos políticos, los sindicatos, los clubes deportivos y las Organizaciones no gubernamentales (ONGs).

---

<sup>276</sup> International Organization for Standardization (ISO). Norma Internacional ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. Ginebra, Suiza. 2005

<sup>277</sup> Tradicionalmente se establece que todos los elementos que componen a una organización deben darle valor, de otra manera, no tienen por qué existir. El principio anterior se aplica generalmente a organizaciones del tipo empresarial y no así a organizaciones burocráticas o gubernamentales, en donde algo que es disfuncional se puede conservar en aras de preservar la institucionalidad.

A diferencia de las anteriores, las organizaciones que son creadas por el Estado para desarrollar tareas sociales, se les conoce como organizaciones gubernamentales y son dirigidas desde el gobierno con fondos públicos.

En cuanto al tercer tipo de organización que comúnmente se hace referencia es al de las empresas, las cuales se orientan a la producción de bienes o al préstamo de servicios con fines económicos o comerciales.

De esta manera es posible observar que las organizaciones giran en torno a los fines para los cuales son creadas, normalmente en busca de satisfacer las necesidades o deseos de las personas, quienes a su vez son el pilar y la esencia de las organizaciones y de la sociedad en general. Asimismo, la forma de organizarse para orientar los esfuerzos del grupo social en vista a lograr los fines planteados, con la mayor eficiencia y el menor esfuerzo posible, dan pauta al concepto de Administración.

En relación con el concepto de Administración, éste implica el manejo de dos premisas básicas: primero involucra la realización de actividades bien definidas o planeadas, reconociendo áreas organizacionales, funciones y autoridad y segundo, reconoce el factor humano como el insumo fundamental en la realización y desarrollo de las actividades organizacionales.

Por su parte, las relaciones entre los miembros de la organización están basadas en cuatro tipos de recursos fundamentales: los recursos humanos, los recursos físicos o materiales, los recursos financieros y la información.

En relación con el estudio de las organizaciones, éste es relativamente reciente y se relaciona mucho con diferentes disciplinas, entre las que se encuentran la Administración, la Psicología, la Antropología, entre otras. Asimismo, dentro de los principales enfoques modernos que se han aplicado en las organizaciones están: el Enfoque de sistemas (1951); el Enfoque socio-técnico (1953); el Enfoque del comportamiento administrativo (1957); el Enfoque contingente, el Enfoque de elección estratégica y el Enfoque contractual (1972); el Enfoque marxista (1974); el Enfoque de ecología de las organizaciones, el Enfoque de dependencia de recursos y el Enfoque

del aprendizaje (1974); el Enfoque cognoscitivo (1979); el Enfoque institucional (1983) y el Enfoque post-modernista (1985) <sup>278</sup>.

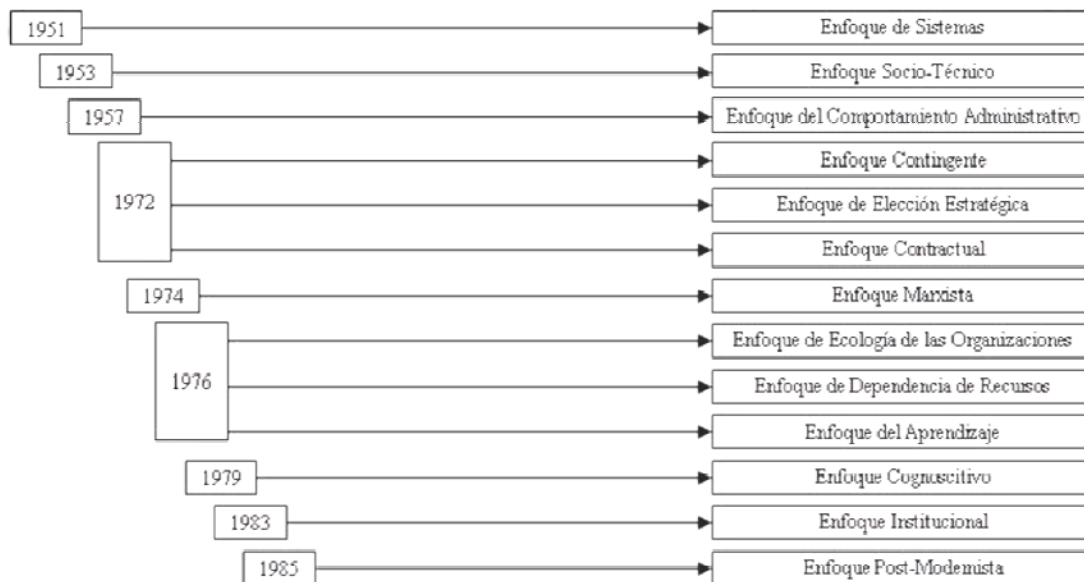


Figura 106. Cronología de los enfoques modernos de organización. Villasalero Díaz, M. 2008

En la actualidad las organizaciones están adoptando una tendencia global, debido principalmente a los incesantes avances tecnológicos y a los procesos de globalización. En cuanto a los perfiles actuales de la organización, éstos se basan en características propias de las condiciones y actitudes internas, entre las cuales destacan las siguientes:

- Dirección y liderazgo
- Cultura organizacional
- Trabajo en equipo
- Comunicación
- Tecnología
- Retroalimentación sobre el desempeño
- Sistema de recompensas

<sup>278</sup> Villasalero Díaz, M. *Teoría de la Organización Contemporánea (presentación)*. Universidad de Castilla La Mancha, 2008. Disponible en: <http://www.inf-cr.uclm.es/www/mvillasalero/asignaturasceup/ode/tema03.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

## *Dirección y liderazgo*

La dirección y el liderazgo son conceptos diferentes, pero relacionados entre sí, dado que ambos son necesarios para tener éxito en un ambiente organizacional cambiante.

Así entonces, mientras que un *director* es una persona que tiene la autoridad superior de un cuerpo, de un ramo o de una empresa y se encarga de orientar, comunicar, capacitar y motivar al recurso humano de la empresa para que desempeñen efectivamente, con entusiasmo y confianza su trabajo, el *líder* tiene la habilidad de provocar que otras personas actúen de cierta manera o forma para el beneficio de la organización o de un grupo.

En este momento lo ideal en las organizaciones es que los directivos sean líderes que a su vez acuerden con otros líderes y faculden a sus colaboradores en vista a obtener los mejores resultados.

## *Cultura organizacional*

La cultura organizacional es el conjunto de normas, hábitos y valores, que practican los individuos de una organización y que hacen de esta su forma de comportamiento<sup>279</sup>.

Asimismo, la cultura organizacional incluye lineamientos perdurables que dan forma al comportamiento y que cumple con varias funciones importantes, entre las cuales están:

- Transmitir un sentimiento de identidad a los miembros de la organización.
- Facilitar el compromiso con algo mayor que el yo mismo.
- Reforzar la estabilidad del sistema social.
- Ofrecer premisas reconocidas y aceptadas para la toma de decisiones.

---

<sup>279</sup> Ríos Reyes, A. *Cultura organizacional*. Disponible en:  
[http://www.geocities.com/amirhali/\\_fpclass/cultura\\_organizacional.htm](http://www.geocities.com/amirhali/_fpclass/cultura_organizacional.htm) [Consulta: 21-08-2012]

En cuanto a las *normas*, son todos los acuerdos y disposiciones que están escritas y aprobadas, que rigen a la organización y que deben ser respetadas por los integrantes de ella.

A diferencia de las normas, un *hábito* no está escrito, pero se acepta como norma en una organización. Éstos se generan a partir de la repetición de actos iguales o semejantes entre los miembros de un grupo o de una organización y se integran a la forma de actuar de manera instintiva.

Los *valores*, por su parte, hacen referencia a la filosofía y a las creencias compartidas en una organización, que ayudan a los miembros a establecer si una acción está bien hecha o no, además de darle sentido a la vida organizativa.

### *Trabajo en equipo*

Actualmente las organizaciones privilegian los equipos de trabajo en el desarrollo de sus diferentes procesos, pues encuentran en ellos la posibilidad de favorecer el desarrollo de los talentos individuales como factor de éxito en el logro de los propósitos corporativos, más allá del mejoramiento del desempeño, por cuanto reconocen que los resultados se dan en la sinergia que desarrollan sus integrantes.

No obstante el uso cotidiano del concepto de *trabajo en equipo*, hay una gran diferencia con los grupos de trabajo, los cuales básicamente hacen referencia a un conjunto de personas que realizan una labor similar, suelen estar próximas físicamente, tienen un mismo jefe, realizan el mismo tipo de trabajo pero son autónomos y no dependen del trabajo de sus compañeros, en otras palabras, cada uno realiza su trabajo y responde individualmente del mismo.

A diferencia de lo anterior, un *equipo de trabajo* responde en su conjunto del trabajo realizado, para lo cual hay un jefe de equipo con una serie de colaboradores elegidos en función de sus conocimientos; cada uno domina una faceta determinada y realiza una parte concreta del proyecto o proceso de que se trate, lo cual hace necesaria la coordinación, la estrecha colaboración y el establecimiento de estándares comunes de actuación, tales como: rapidez de respuesta, eficacia, precisión, dedicación, entre otros.



Entre las principales ventajas del trabajo en equipo se tienen las siguientes:

- Permite que sea más fácil la consecución de objetivos.
- Contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los miembros.
- Agrega valor a los procesos.
- Cada integrante puede poner al servicio del equipo sus competencias.
- Permite compartir las metas y objetivos del trabajo.

En cuanto a los principales problemas que se presentan están:

- El que los integrantes tienen que conocer e interrelacionarse con otros, lo cual en ocasiones es fuente de conflictos personales.
- En ocasiones la responsabilidad personal puede diluirse al ser los resultados del equipo en su conjunto.

### *Comunicación*

La comunicación organizacional es el proceso permanente de transmisión y recepción de valores, actitudes, acciones e ideas, que permite operar, crecer y desarrollar a los grupos y organizaciones.

Asimismo, la comunicación organizacional se refiere a las acciones comunicativas que parten de los vínculos y articulaciones de la organización y que se proyectan potenciando la práctica y visibilidad de ésta. El comprender a la comunicación como un proceso transversal a la organización, hace posible incluirla en una política institucional y no limitarla a algo meramente instrumental.

Al abordar la temática de las comunicaciones en los grupos y organizaciones, es importante tener en cuenta que toda comunicación se realiza en el marco de los vínculos humanos y que estos se expresan por medio de la manera en que las personas realizan su tarea, como se relacionan y complementan de acuerdo con sus propias culturas.

En relación con los tipos de comunicación que ocurren al interior en una organización, estas pueden ser de dos tipos:

### *Comunicación formal:*

La establece la propia organización; es estructurada en función del tipo de organización y de sus metas; es controlada y sujeta a reglas. Asimismo, este tipo de comunicación tiene direccionalidad, lo cual indica la relevancia o intencionalidad de la misma y se clasifica de la siguiente manera:

- Comunicación descendente: de la dirección o gerencia hacia el personal.
- Comunicación ascendente: del personal hacia la dirección, gerencia o presidencia de la organización.
- Comunicación horizontal: entre el personal de igual jerarquía.
- Comunicación diagonal: entre miembros de departamentos diferentes que se cruzan

### *Comunicación informal:*

Este estilo de relaciones está basada en la espontaneidad, no en la jerarquía. Surge de la interacción social entre los miembros y del desarrollo del afecto o amistad entre las personas.

La comunicación informal puede beneficiar o perjudicar a las empresas, según como se emplee:

- De forma positiva, ayuda a la cohesión del grupo y a dar retroinformación sobre diferentes aspectos del trabajo realizado.
- De forma negativa, el rumor o chisme, es un distorsionador de la productividad y no ayuda, solo demora y perjudica a las personas y a la organización.

### *Retroalimentación sobre el desempeño*

En busca de los mejores resultados, las organizaciones se preocupan por las mejores condiciones laborales de los trabajadores, impulsar su motivación, la satisfacción y la calidad del trabajo, y a reducir la rotación y el absentismo.

Hackman y Oldham<sup>280</sup> han identificado cinco dimensiones centrales que específicamente ofrecen un enriquecimiento del trabajo y es deseable que cada trabajo contenga estas cinco dimensiones. Si una de ellas falta, los trabajadores son psicológicamente marginados y la motivación suele reducirse.

Una de estas dimensiones, junto a la de variedad de tareas, identificación con la tarea y el significado de la tarea y autonomía, es la retroalimentación objetiva, entendida como la información que reciben los empleados de cómo están desempeñando su trabajo, la cual proviene del trabajo mismo, la gerencia y de otros empleados.

La retroalimentación favorece la motivación al demostrar objetivamente a los empleados lo que se ha hecho, si se están desempeñando correctamente y lo que puede hacerse para mejorar su rendimiento, si es que está por debajo del promedio, o ser más eficiente. Con establecimiento de objetivos concretos junto a una retroalimentación sobre el progreso hacia esos objetivos y el refuerzo de un comportamiento deseado estimulan la motivación. La comunicación que tiene lugar dentro del grupo es el mecanismo fundamental por el cual los miembros muestran sus frustraciones y su satisfacción. La retroalimentación por tanto, proporciona un alivio a la expresión emocional de los sentimientos y el cumplimiento de las necesidades sociales.

No obstante los beneficios de la retroalimentación, suministrarla es un verdadero reto para los gerentes y un esfuerzo de participación. En general, es conveniente que se centre en determinados comportamientos laborales, que se base en información objetiva y no en las percepciones, que se ofrezca con premura después de un hecho decisivo y que se compruebe que lo comprende el subordinado.

### *Sistemas de recompensas*

Las recompensas organizacionales, tales como pagos, promociones y otros beneficios, son poderosos incentivos para mejorar la satisfacción de los empleados y

---

<sup>280</sup> Hackman, J. R. Y Oldham, G. R. *A new strategy for job enrichment*. California Management Review, Summer 1975, pp. 57-71. En: Caseres, E. *La Comunicación en la Organización; la Retroalimentación como Fuente de Satisfacción*. Razón y Palabra. Primera revista electrónica en América Latina especializada en Comunicación. Número 56. Abril-Mayo de 2007. Disponible en: <http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n56/ecasares.html> [Consulta: 21-08-2012]

su desempeño. Esta nueva perspectiva considera las recompensas como una parte integral de las organizaciones y sugiere que las mismas podrían ser congruentes con otros sistemas y prácticas organizacionales, tales como el análisis de la estructura organizacional, la filosofía de las relaciones humanas de alta dirección, diseño del trabajo, entre otras.

En cuanto a los efectos de las recompensas sobre los individuos y a las organizaciones, se han realizado numerosas investigaciones sobre este tema. Desde una perspectiva individual, relacionada con la calidad de vida en el trabajo, las recompensas deben ser suficientes para satisfacer las necesidades del personal. De no ser así, los empleados no estarán contentos ni satisfechos en la organización, ya que tienden a comparar los sistemas de recompensas con los de otras empresas. Asimismo, quieren que las recompensas sean otorgadas de manera equitativa, por lo cual comparan sus recompensas con las recibidas por otros miembros de la organización. Por ello, Los sistemas de recompensas deben ser “diseñados” de acuerdo con las necesidades de los individuos.

Generalmente, los sistemas de recompensas mejoran cuatro aspectos de la eficacia organizacional:

- Motivan al personal a unirse a la organización.
- Influyen sobre los trabajadores para que acudan a su trabajo.
- Los motivan para actuar de manera eficaz.
- Refuerzan la estructura de la organización para especificar la posición de sus diferentes miembros.

Como puede observarse, al hablar de las organizaciones están presentes una serie de elementos que se encuentran implícitos en el tema de la naturaleza humana. No hay fórmulas ni prácticas para trabajar con las personas; tampoco existe una solución ideal ni única para los problemas de las organizaciones, no obstante es posible incrementar la comprensión y las capacidades existentes para elevar el nivel de las relaciones humanas en el trabajo.

Si consideramos que el desarrollo y uso de los Sistemas de información geográfica cubren una gama muy amplia de posibilidades y usos, dependerá entonces de las necesidades o demandas de las organizaciones a las que se circunscriban, así como de los beneficios y posibilidades que estos otorguen tanto a las personas para

mejorar su desempeño, como a las organizaciones y a la sociedad en su conjunto. Asimismo, su utilización podrá extenderse en la medida en que se establezcan acuerdos y convenios, además de los mecanismos de comunicación y se implementen los aspectos técnicos y normativos necesarios en vista a beneficiar a la organización en su quehacer y eficiencia.

#### **8.4.4 Ámbito tecnológico**

En relación con los aspectos considerados dentro de éste ámbito, es importante hacer una distinción entre la palabra, el término y el concepto de Tecnología, dado que es común que se haga un uso indistinto de estos tres elementos al tratar de formular una definición en torno a ella.

En lo que respecta al primero de ellos, se le designa simplemente como una palabra en tanto que se acepta la arbitrariedad del signo lingüístico, en el sentido de que se pueden designar objetos indistintamente sin que necesariamente exista congruencia semántica entre la expresión gráfica usada y su significado, como por ejemplo: tecnología educativa, tecnología social, tecnología sustentable, nanotecnología. Sin embargo, cuando se alude al término, ya se considera al menos la necesidad de que exista una correspondencia entre la raíz etimológica de la palabra con el significado o el sentido que ésta asume en un determinado contexto de uso.

No obstante lo anterior y aun cuando hay muchas tecnologías muy diferentes entre sí, es frecuente usar el término en singular para referirse a una de ellas o al conjunto de todas. Cuando se lo escribe con mayúscula, Tecnología, puede referirse tanto a la disciplina teórica que estudia los saberes comunes a todas las tecnologías, así como a la educación de tipo tecnológica, referida ésta a la disciplina escolar abocada a la familiarización con ciertas tecnologías particulares.

Por su parte, el concepto se asume como un universo semánticamente acotado y cuya definición tiene fundamento y justificación en un determinado campo teórico, lo cual, en buena medida le otorga la legitimidad y legalidad para su aplicación en cuanto a la designación de herramientas, principios y hasta procesos complejos.

De esta manera, el concepto de *tecnología* hace referencia a objetos que usa la humanidad como máquinas, utensilios, hardware, pero también a conocimientos,

sistemas, métodos de organización y técnicas de trabajo, en vista a diseñar y crear bienes y servicios que le faciliten su adaptación al medio ambiente, así como a satisfacer necesidades y sus propios deseos.

Así entonces, para el caso que ahora nos ocupa, los diferentes componentes considerados cubren un amplio espectro de los aspectos anteriormente señalados y que al mismo tiempo tienen relación con otros componentes también previamente mencionados.

### *Datos, información y documentos geográficos*

Los *datos* se refieren a la forma en cómo se hace la representación concreta de los hechos o fenómenos que ocurren en el mundo real y que normalmente son organizados de acuerdo con reglas y convenciones establecidas para ello.

La *información* por su parte, es producto del proceso interpretativo y analítico de los datos realizado por una persona, que los considera novedosos o relevantes, a partir de lo cual se origina un nuevo conocimiento que es posible relacionar e incorporar a la estructura de conocimientos previos y utilizarlos con un fin, que puede ir desde resolver una curiosidad o satisfacer sus intereses, hasta tomar una decisión, pasando por un amplio abanico de posibilidades, métodos y técnicas para ello.

En lo que se refiere a la definición de *documento*, éste se concibe como un mensaje informativo incorporado a un soporte, el cual tiene la capacidad de difusión, transmisión y conservación, siendo una fuente efectiva de información permanente, con un efecto multiplicador o potenciador de la información que contiene.

Relacionando los tres conceptos señalados a la geografía, es posible afirmar que estos son un subconjunto de un universo infinito, así entonces, los datos geográficos se definen como entidades espacio-temporales que refieren la distribución, el estado o a los vínculos de distintos fenómenos u objetos naturales o sociales.

Por su parte, la información geográfica es referida como el producto del proceso de análisis e interpretación de datos del tipo geográfico, con posibilidades de generar nuevo conocimiento por parte de las personas participantes para una gran

cantidad y diversidad de aplicaciones, en tanto que la definición establecida para los documentos geográficos, hace referencia a un tipo particular de documentos que describen, analizan, registran o se encuentran relacionados con datos geográficos y que están incorporados a un soporte, cualquiera que éste sea, existiendo en este momento una gran diversidad de ellos dadas las posibilidades actuales y la propia naturaleza de éste tipo de información<sup>281</sup>.

De ésta manera es posible ubicar a los documentos como herramientas que requiere el agente de inteligencia para la obtención de información a través de su adecuado empleo y por tanto pueden ser considerados también como un tipo de tecnología de uso generalizado.

Bajo esta visión se considera de suma importancia hacer mención de las diferentes iniciativas en torno a los datos de libre acceso, cuya filosofía se basa en los *Principios de transparencia y el Derecho de acceso a la información pública*, dentro de los cuales se establece la obligación por parte de los Estados de hacer públicos los datos de muy diversos tipos, destacando dentro de estos los datos geográficos.

Asimismo, es de destacar la importancia creciente que está teniendo tanto la utilización como la reutilización de la información geográfica, refiriéndose esta última a la acción de generar nuevos productos y servicios a partir de la información que elaboran distintas instancias y que por su temática y naturaleza les resultan atractivos a diferentes sectores de la población.

### *Equipamiento*

Con el término de *equipamiento* se hace referencia al conjunto de medios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad, por lo tanto, dependiendo del tipo de actividad de que se trate, será el equipamiento requerido.

Para nuestro caso, el equipamiento al que se hace mención es principalmente al de tipo informático, dentro del cual los elementos principales que lo conforman son: el *hardware*, el *software*, los datos y la documentación.

---

<sup>281</sup> En relación con los datos, la información y los documentos geográficos, éstos se han trabajado de manera amplia en el Capítulo 2 del presente documento.

Para el caso del *hardware*, éste refiere a todos los dispositivos físicos que constituyen un sistema de cómputo y debido a que su diseñado se ha orientado al procesamiento de datos, su organización es similar a la de cualquier proceso, es decir, invariablemente se tendrán tres elementos básicos: la materia prima; la transformación, que es el proceso en sí, y el producto final, que corresponde a la materia prima transformada en un nuevo producto.

De acuerdo a lo anterior, un sistema computacional está conformado por dispositivos de entrada, unidades de procesamiento, dispositivos de salida y adicionalmente dispositivos de almacenamiento. Asimismo, para el establecimiento de la comunicación entre diferentes equipos y sistemas computacionales, los dispositivos y los medios de comunicación son los que posibilitan estas funciones<sup>282</sup>.

Adicionalmente, la evolución tan rápida de la tecnología ha posibilitado la aparición continua de nuevos dispositivos o *gadgets*, los cuales tienen propósitos y funciones diversas tanto para el manejo de información como de ocio y diversión, además de ser dispositivos pequeños, prácticos y a la vez novedosos, soliendo tener un diseño más ingenioso que el de la tecnología corriente.

En relación con el *software*, éste se refiere a todos los programas que operan en las computadoras o dispositivos móviles y que sin ellos el hardware no realizaría ninguna función. Dentro de las categorías principales del software están: los sistemas operativos, los lenguajes de programación y los programas de aplicación. De manera particular cobran una mayor relevancia en éste momento para nosotros, los productos de software relacionados con la visualización; el descubrimiento de los datos; las herramientas de almacenamiento, acceso y entrega de datos; y los protocolos de comunicación e intercambio de datos.

Una categoría relativamente nueva de software es la denominada *middleware*, la cual asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware o sistemas operativos, y funciona como una capa de abstracción de software distribuida entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red).

---

<sup>282</sup> Para más información relacionada con éste tema referirse al apartado 3.6.1 de éste documento.



En este apartado se considera también como uno de los aspectos relevantes, lo concerniente al Software Libre, refiriéndonos con ello a todos aquellos productos de software que aseguran al usuario el derecho de uso irrestricto, así como acceso tanto al código fuente como a los formatos de datos empleados por dicho producto y su eventual modificación o adaptación.

Dentro de esta definición global de Software Libre se conjuntan, con un fin simplificador, los dos modelos de mayor presencia en el mercado: el Software de Código Libre o *Free Software*<sup>283</sup> y el Software de Código Abierto u *Open Source Software*<sup>284</sup>.

En referencia a los datos, como ya se señalaba, éstos corresponden a la materia prima en el modelo de proceso, en tanto la información es el resultado del tratamiento de esos datos y a los que se les han sumado otros elementos de valor, como el significado y la relevancia para la persona que los analiza, correspondiendo a toda ésta etapa la de transformación.

El último aspecto íntimamente ligado con el software y en ocasiones considerado como el cuarto elemento de un sistema computacional, es la documentación relacionada con el proceso y los productos informáticos, la cual básicamente se agrupa en dos tipos: los manuales técnicos, que contienen información referida a la forma de estructuración y definición del software de base, así como de especificaciones técnicas; y los manuales de de usuarios, que principalmente se orientan a la forma de operación de los sistemas o programas.

### *Estándares, normas y especificaciones*

El crecimiento significativo del uso de las tecnologías de la información y comunicación en prácticamente todas las áreas de actividad humana, aunado al intenso desarrollo e integración de aplicaciones y soluciones para el tratamiento de información y en particular para el caso de la información geográfica, han traído consigo el uso de una gran diversidad de tecnologías, sistemas de información y aplicaciones distribuidas heterogéneas, generando con ello el reto de establecer

---

<sup>283</sup> Sistema operativo GNU. Disponible en: <http://www.gnu.org> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>284</sup> Open Source Initiative. Disponible en: <http://www.opensource.org> [Consulta: 21-08-2012]

mecanismos para compartir sus recursos de infraestructura y contenido, cuestión conocida como interoperabilidad.

De acuerdo con lo dispuesto para la administración electrónica en España, la interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos<sup>285</sup>.

En cuanto a los estándares, las normas y las especificaciones, éstas son descripciones técnicas detalladas, elaboradas con el fin de garantizar la interoperabilidad entre elementos contruidos independientemente.

Según la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), la normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico.

Cabe señalar, que de manera general, a las normas también se les denomina estándar, no obstante, en algunos países o situaciones particulares, las normas se asocian con la regulación legal y por tanto con reglas (obligatorias), en tanto la palabra estándar se orienta más a directrices basadas en principios y son más de carácter voluntario.

Para fines de este trabajo se asume que una norma o estándar es una especificación técnica aprobada por un organismo de normalización reconocido, con una aplicación repetida o continuada y cuyo cumplimiento no es obligatorio, pero si aceptada y utilizada de manera general por los beneficios que ello genera.

Por su parte, una especificación técnica hace referencia a un documento en el que se definen las características requeridas de un producto, tales como los niveles de calidad, el uso específico, la seguridad o las dimensiones, incluidas las prescripciones aplicables al producto en lo referente a la denominación, la terminología, los símbolos,

---

<sup>285</sup> España. Real Decreto 4/2010 de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf> [Consulta: 21-08-2012].

los ensayos y métodos de ensayo, el envasado, el marcado y el etiquetado, así como los procedimientos de evaluación de la conformidad<sup>286</sup>.

Para el caso de nuestro estudio, los estándares, normas y especificaciones que se consideran deben ser tomados en cuenta, son los presentados en el capítulo 5 de éste trabajo, los cuales hacen un recuento general de los marcos de referencia internacionales relacionados con el modelado, la clasificación, el almacenamiento, los metadatos y la calidad de la información geográfica, a los cuales es conveniente orientarse.

Asimismo es importante señalar que dentro de los diferentes estándares actuales, las iniciativas de estándares abiertos están emergiendo como una clave importante para garantizar la interoperabilidad y bajar los costes, en vista a que esto no suponga una dificultad de acceso.

### *Redes y telecomunicaciones*

Los Sistemas de información geográfica, bajo el concepto de arquitectura cliente-servidor y de Sistemas Distribuidos, requieren de las infraestructuras de redes y telecomunicaciones que les permitan transportar grandes cantidades de datos e información geográfica, almacenados tanto en bases de datos alfanuméricas, como entidades gráficas vectoriales georeferenciadas e imágenes de diferentes tipos de sensores.

En este contexto, las redes de datos actuales permiten la comunicación entre diferentes dispositivos para la transmisión de texto, sonido, gráficos y video en forma casi instantánea, utilizando para ello reglas de comunicación interna, establecidas y aceptadas de manera global.

En cuanto a los elementos básicos de las redes de información o de datos se tienen los siguientes:

- Reglas y acuerdos para regular cómo se envían, redireccionan, reciben e interpretan los mensajes.

---

<sup>286</sup> Tomado del Glosario de términos ubicado en el Anexo 1 del Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica Española. (Ibíd.)

- Los mensajes o unidades de información que viajan de un dispositivo a otro.
- Un medio que puede transportar los mensajes de un dispositivo a otro, y
- Los dispositivos de la red que cambian mensajes entre sí.

Los protocolos de comunicación son las reglas que utilizan los dispositivos de red para comunicarse entre sí. Actualmente el principal estándar de la industria de redes es el conjunto de protocolos denominado TCP/IP (Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet), el cual se ha estandarizado y actualmente se utiliza en redes comerciales y domésticas, siendo también el protocolo primario de Internet.

Basados en éste protocolo, hoy en día la mayoría de los Sistemas de información geográfica (libres o propietarios), tienen implementados algunos o la mayoría de los protocolos estándar para el transporte de datos espaciales especificados por el *OpenGIS*, dentro de los cuales se encuentran: el *Web Map Service* (WMS), el *Web Feature Service* (WFS) y el *Web Coverage Service* (WCS)<sup>287</sup>.

Los mensajes o unidades de información se refieren al conjunto de datos que el emisor envía al receptor cuyo objeto es la comunicación. En relación con la forma en que se envían a través de una red, es importante señalar que éstos se convierten a bits (señales codificadas en binario) previamente, sin importar el formato del mensaje original: texto, video, voz o datos.

El medio de transmisión es el canal a través del cual pueden viajar los mensajes en vista a llegar a su destino y dependiendo de la forma de conducir la señal a través del medio, éstos pueden ser guiados o no guiados.

Los medios de transmisión guiados están constituidos por un cable que se encarga de la conducción de las señales desde un extremo al otro, sus principales características son: el tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad de instalación y la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

---

<sup>287</sup> Mayor referencia de ellos es posible encontrarla en el apartado 5.2 de éste documento.

A diferencia de los anteriores, en los medios de transmisión no guiados, tanto la transmisión como la recepción de información se lleva a cabo mediante antenas que irradian o captan la energía electromagnética en el medio, según sea el caso.

En relación con los dispositivos utilizados en las redes, se pueden identificar aquellos que originan mensajes y permiten la comunicación, entre los que se encuentran las computadoras en sus diferentes modalidades, tipos y tamaños; servidores, teléfonos y dispositivos móviles.

En las redes de área local, estos dispositivos generalmente se conectan a través de diversos medios, ya sean a través de cables o de manera inalámbrica.

En cuanto a los dispositivos intermedios más comúnmente utilizados para direccionar y administrar los mensajes en la red, están los siguientes:

- *Switches, concentradores y hubs*, que permiten la interconexión de dos o más segmentos de red, así como dispositivos de comunicación en redes de área local.
- *Routers*, los cuales ayudan a direccionar mensajes y a determinar las mejores rutas mientras viajan a través de una red.
- *Access points*, que interconectan dispositivos a través de comunicación inalámbrica.
- *Firewalls (murallas de fuego)*, los cuales están diseñadas para proporcionar seguridad, teniendo entre sus funciones el bloquear los accesos no autorizados.

Toda ésta tecnología que se emplea actualmente en las redes se define como convergente, en el sentido de que el flujo de voz, vídeo y datos viajan a través de la misma red y elimina la necesidad de crear y mantener redes separadas.

No obstante estos avances, la función de la red está evolucionando y la plataforma de comunicaciones inteligentes del futuro ofrecerá mucho más que conectividad básica y acceso a las aplicaciones. La próxima fase será consolidar no sólo los diferentes tipos de mensajes en una única red, sino también consolidar las aplicaciones que generan, transmiten y aseguran los mensajes en los dispositivos de

red integrados, teniendo como resultante la funcionalidad de aplicaciones de alta calidad a un costo reducido<sup>288</sup>; el acceso masivo a la banda ancha y la conexión permanente *on line*; el cambio de enfoque de oferta a otro de demanda; a la integración vertical de la industria de contenidos con los canales de distribución; la posibilidad de acceso a diferentes medios de comunicación a través de un mismo equipo; la estratificación y globalización de las audiencias<sup>289</sup>.

Otro concepto clave que está en pleno desarrollo es el de *computación en la nube*, el cual hace referencia a los sistemas informáticos basados en Internet y centros de datos remotos para gestionar servicios de información y aplicaciones. A través de ésta tecnología, los consumidores y las empresas gestionan archivos y utilizan aplicaciones en cualquier computadora con acceso a Internet sin necesidad de instalarlas, ofreciendo con ello un uso mucho más eficiente de recursos, como almacenamiento, memoria, procesamiento y ancho de banda, al proveer solamente los recursos necesarios en cada momento.

A partir de lo expresado desde cada uno de los ámbitos analizados y a manera de síntesis, a continuación se presenta de forma esquemática los aspectos considerados en cada uno de ellos.

---

<sup>288</sup> CISCO. *CCNA Exploration 4.0 Aspectos básicos de Networking*. CISCO Networking Academy.

<sup>289</sup> Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI). *El futuro de los medios de comunicación ante el impacto de las nuevas tecnologías*. España. Disponible en: <http://www.opti.org/publicaciones/pdf/resumen33.pdf> [Consulta: 21-08-2012].

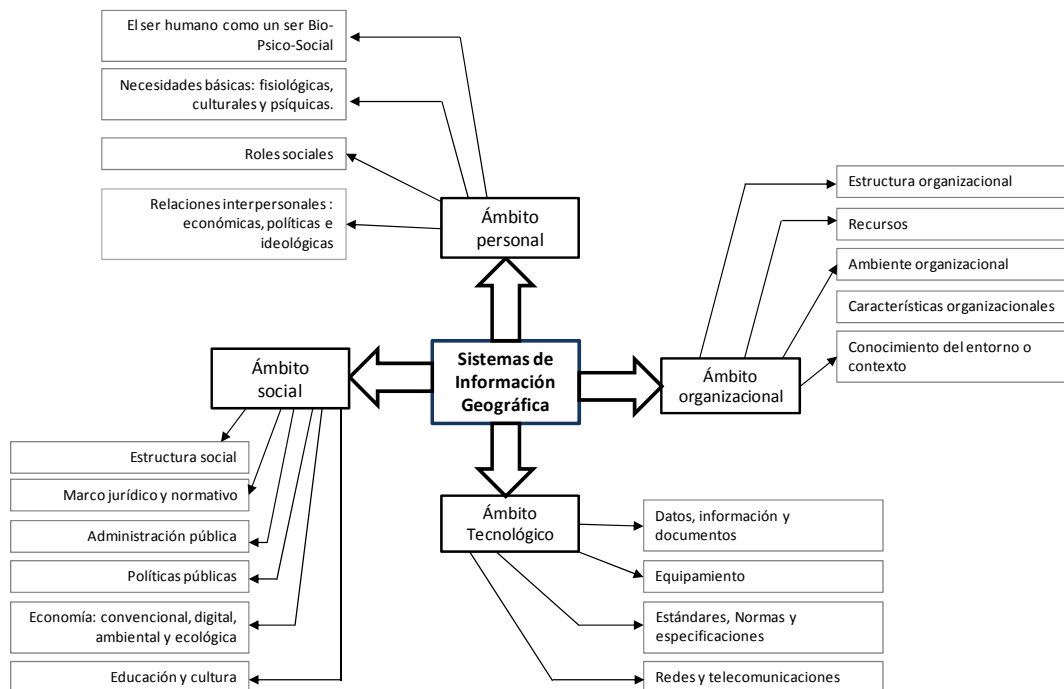


Figura 107. Aspectos considerados en cada uno de los ámbitos de Gestión y Aplicación de los Sistemas de información Geográfica. Elaboración propia.

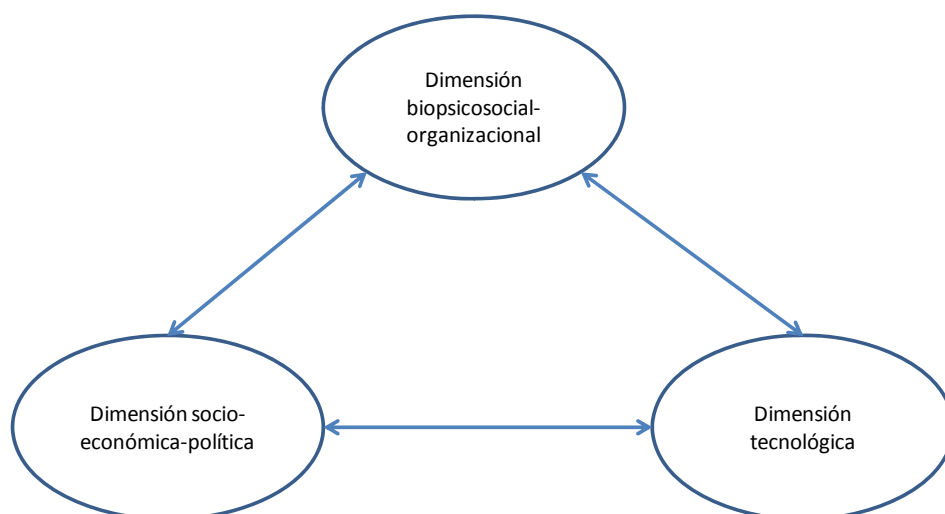
## 8.5 Modelo propuesto

El modelo de Sistema de información geográfica que se propone, atiende lo que podría ser integralmente un sistema de este tipo en su concepción más amplia y formula la necesidad de atender ciertos elementos para un mejor funcionamiento e incorpora otros que normalmente no se consideran y por tanto no se atienden. Su objetivo es mostrar de manera integral todos sus componentes clave, en vista a orientar su desarrollo, difundir sus bondades y beneficios, así como potenciar el uso de la información geográfica a través del desarrollo de herramientas que apoyen a los procesos de planeación, la toma de decisiones, así como la propia gestión de este tipo de información en México.

Es importante señalar que la visión total y la concepción de una estructura sistémica como la que se propone, implica la comprensión de que cada uno de los elementos contemplados mantienen una interacción permanente con los demás. Asimismo, como una entidad viviente, se hacen posibles las transformaciones y los cambios necesarios o convenientes en vista a su correcto o mejor funcionamiento, lo

cual hace referencia al hecho de que se parte de una realidad actual pero que puede ser transformada a una realidad requerida o deseable.

Continuando con la metodología definida para la construcción del modelo, se tomaron como referencia los aspectos identificados desde los diferentes ámbitos de gestión y aplicación de los Sistemas de información geográfica analizados y expuestos en el esquema anterior (figura 107), y se prosiguió a llevar a cabo un ejercicio de análisis e integración de ellos por categorías, dando como resultado la identificación de una estructura conformada por tres grandes perspectivas, que dentro del lenguaje de la metodología utilizada se les denomina dimensiones: la dimensión biopsicosocial-organizacional; la dimensión socio-económica-política; y la dimensión tecnológica (figura 108).



*Figura 108. Dimensiones del modelo propuesto. Elaboración propia.*

### **8.5.1 Dimensión biopsicosocial-organizacional**

La primera dimensión concierne a la propia naturaleza del hombre, en principio como un ser natural en la que su cuerpo está constituido o compuesto por elementos del mundo material, está sujeto a las leyes de ese mundo natural y para su supervivencia necesita de los recursos provistos por la naturaleza. Complementariamente, el hombre como ser espiritual es un ser transformador, que tiene conciencia y se da cuenta de lo que hace; es un ser social que generalmente vive en grupos y es simbólico ya que a través de ellos se conecta con el mundo.



Mediante la razón, el hombre puede explicar el mundo y controlar la realidad, y es la razón lo que caracteriza, delimita y diferencia a los humanos de otros sistemas biológicos. Ahora bien, todo sistema biológico se mueve en dos dimensiones: una biológica y una relacional. La primera, que ya se explicaba, es la parte física de su ser y sus interacciones con el medio, en tanto la segunda refiere a la relación social dada en la convivencia diaria y continua con otros individuos de la especie<sup>290</sup>.

Remontándose a las investigaciones de Jean Piaget y Rolando García<sup>291</sup>, se hace patente que las nociones del espacio están presentes en la psicogénesis del ser humano, por lo que no es extraño que a temprana edad se inicien representaciones de los objetos de nuestro entorno, como si se tratara de una conducta intuitiva y no aprendida durante los primeros años de vida.

La importancia del espacio para la comprensión y explicación de muchos de los fenómenos, así como de problemas sociales y de los procesos que se extienden sobre la superficie terrestre se ha tenido desde tiempos remotos. Así por ejemplo, la movilidad social, la ubicación de tierras de cultivo, los estudios regionales, el análisis geopolítico-ideológico, entre otros muchos casos relacionados con el espacio y el tiempo, han tenido repercusiones en las construcciones de nuevos conocimientos<sup>292</sup>.

Integrando los conocimientos y la capacidad transformadora de las personas, entendidas éstas como seres capaces de vivir en sociedad, que cuenta con inteligencia y voluntad, y que tienen condiciones de singularidad y unicidad, ellas afectan la realidad y cambian la historia a través de sus relaciones con el entorno y la sociedad, a partir de los roles que juega como sujetos y como actores sociales.

Bajo este escenario, la necesidad y el uso de la información geográfica está presente en prácticamente todas las etapas de la vida de las personas y es una herramienta de apoyo al desarrollo de un sin número de actividades humanas. De

---

<sup>290</sup> Maturana, H. y Varela, F. *El árbol del conocimiento*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 1984. En Mureira Cid, F. *Tratado Ontológico Humano*. Revista Electrónica de Psicología Iztacala. Vol. 12 No. 3. Septiembre de 2009. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2009. Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin/vol12num3/Art10Vol12No3.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

<sup>291</sup> Piaget, J. y García, R. *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Siglo XXI. México, 1998. En: García Aguirre, F. *Atrapados por la modernidad. La erosión del espacio y el tiempo*. Universidad Veracruzana. México, 2007.

<sup>292</sup> García Aguirre, F. *Atrapados por la modernidad. La erosión del espacio y el tiempo*. Universidad Veracruzana. México, 2007.

igual manera, tanto las personas de forma individual como amplios colectivos y organizaciones hacen uso de esta información para relacionarse, intercambiar bienes y servicios, cubrir sus necesidades o apoyar la toma de decisiones en muy diversas situaciones.

No obstante la amplitud y el uso extendido de la información geográfica, dependerá de la situación y el ámbito de que se trate, el nivel de desagregación, la calidad y las posibilidades de tratamiento y aplicación que sea posible realizar, que se le dé su justo valor a la información, a los conocimientos y a su utilización. Es decir, dependerá de la preparación y el conocimiento que se tenga sobre el tema, el manejo y tratamiento de la información por las personas involucradas, las condiciones y actitudes internas asumidas organizacionalmente, así como los mecanismos que garanticen la disponibilidad, organización y actualidad de la propia información.

Bajo la perspectiva anterior, para el caso de México se hace evidente que se requiere empezar por reconocer y tomar conciencia de la importancia que tiene la información geográfica para la toma de decisiones y como herramienta de apoyo para muy diversas actividades humanas. Las posibles vías que se identifican que pueden favorecer a que esto suceda, es a través de la formación y educación de las personas en sus diferentes niveles –desde edades tempranas en preescolar, hasta el nivel superior- identificándose tres estrategias principales para ello:

1. Promover la cultura de la información geográfica a todos los niveles de la sociedad, buscando hacer evidente su utilidad en la vida diaria y en la toma de decisiones.
2. Educar, formar y alfabetizar en información geográfica, en vista a desarrollar las competencias básicas requeridas para que todas las personas conozcan y manejen los conceptos relacionados con la información y los Documentos geográficos.
3. Fortalecer los programas de educación e investigación relacionadas con éstas disciplinas, así como las líneas de aplicación y generación de conocimiento, con la correspondiente promoción y la adecuada orientación de éstas, buscando empatarlas con las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

A nivel de las organizaciones, se identifica que es posible orientar las características organizacionales para potenciar el uso y aprovechamiento de la información geográfica. Así por ejemplo, la dirección y liderazgo que se ejerza, aunadas a la cultura organizacional, el trabajo en equipo, la retroalimentación, los sistemas de recompensas y una comunicación eficiente entre las organizaciones, permitirían una mayor y mejor participación de los diferentes actores sociales involucrados, posibilitando el establecimiento de acuerdos y convenios para compartir información y potenciar su utilización.

Adicionalmente, es preciso promover la investigación, el desarrollo y la innovación a todos los niveles, es decir, que las personas no solo sean receptoras de información, sino que vayan más allá y participen en la generación de conocimiento, lo cual requiere orientar su mentalidad hacia la innovación y modificar la idea de esperar a que sea alguien más quien proponga y haga las cosas. Lo anterior redituaria en mejoras a nivel de su persona, de su hogar, de su trabajo, de su localidad, de las organizaciones e incluso podría trascender a nivel de la región.

Asimismo, a partir de la identificación de las necesidades y requerimientos sociales actuales y futuros, del conocimiento del entorno bajo una perspectiva global y del reconocimiento de las bondades que ofrecen las geotecnologías, se debería buscar favorecer su desarrollo y utilización a través de una mayor participación en redes de cooperación y proyectos colaborativos, el intercambio de conocimientos y tecnología, así como el fomento a la cultura de organizar, compartir y usar los datos, la información y el conocimiento para el beneficio colectivo.

### **8.5.2 Dimensión socio-económica-política**

En nuestro tiempo, las aplicaciones y servicios relacionados con la información geográfica, así como los productos de valor agregado, están ofreciendo soluciones a una gran variedad de áreas relacionadas con el desarrollo humano, el ordenamiento territorial, el medio ambiente, la planificación y la gestión de infraestructura, la economía y los negocios, entre muchos otros campos de aplicación.

La realidad muestra que existe una creciente demanda de información geográfica en todos los ámbitos y se señala que nos encontramos inmersos en un proceso de *geografización* de la cultura y prácticamente de todos los objetos de

conocimiento, que obligan al manejo de la cartografía digital, la teledetección y los Sistemas de información geográfica como herramientas cotidianas para la captura, procesamiento, análisis y síntesis de este tipo de información y del conocimiento del territorio<sup>293</sup>.

Bajo este escenario, el papel activo de los actores sociales, así como los marcos jurídicos y normativos para el uso, intercambio y aprovechamiento de la información geográfica se vuelve clave, incorporándose en ello muchos otros aspectos, tales como las condiciones legales, la privacidad y confidencialidad de los datos, la economía de la información, es decir, se trabaja en un contexto social más amplio, en el que la estructura social, las entidades gubernamentales, los legisladores y líderes, las empresas, los grupos y los ciudadanos, intervienen y afectan la manera de generar y hacer uso de la información geográfica.

Así por ejemplo, a partir de la disponibilidad de herramientas provistas por las instancias gubernamentales, los ciudadanos pueden consultar los datos provistos sobre algún asunto de interés general y a partir de ellos generar información y conocimiento que les permita actuar en consecuencia. Otra situación sería la consulta que se hiciera en relación a otros datos que no estuvieran difundidos de manera pública, pero que a través de los mecanismos establecidos, pudieran ser solicitarlos a partir de la legislación que sobre la transparencia y acceso a la información existan. Otro caso sería en los que el derecho de uso de la información se tiene bajo ciertas reglas y plataformas de operación, incluso con costos por ello.

De estos ejemplos cabe resaltar el papel que juega la Administración pública dentro de la estructura social, actuando como un agente de cambio con capacidad de impulsar la competitividad de la economía y el bienestar de las personas, pero también como ente regulador a partir de la definición e implementación de marcos normativos que fomenten el desarrollo y la inversión.

Asimismo, en vista a dar atención y solución a los problemas e intereses de carácter público, el establecimiento de las políticas públicas es fundamental, pues su importancia radica en atender y dar respuestas a las demandas y problemas sociales, lo cual se reflejan en el nivel de bienestar y desarrollo social. Adicionalmente, una

---

<sup>293</sup> Madrigal Uribe, D. y Pineda Jaimes, N. B. *La innovación geotecnológica como soporte para la toma de decisiones en el desarrollo territorial*. Universidad Autónoma del estado de México (UAEMex). Toluca, México, 2011.

buena política pública ayuda a que la gobernabilidad se mantenga, es decir, que no sufra crisis o se vea afectada.

Por lo anterior, resulta indispensable implementar en México una política pública incluyente, en la que los sectores económicos y la sociedad en su conjunto participe y se beneficie, enfocada a incrementar el uso democrático de las tecnologías de la información y la comunicación, encaminada a robustecer el desarrollo económico y social del país, con el fin de mejorar el crecimiento económico y el bienestar social, es decir, el desarrollo económico y social integral<sup>294</sup>.

No obstante que en México hay avances y existen documentos guías que contemplan las acciones y estrategias a seguir con respecto a los diferentes aspectos estipulados en la Ley Nacional de Información Estadística y Geográfica, la mayor parte de ellas están a nivel de propuestas o en un estado incipiente de desarrollo.

Lo anterior se debe en buena medida a la lentitud con la que se mueven ciertos temas y que dependen mucho de la importancia y la prioridad que se les dé en las agendas de los gobernantes, además de que en México el proyecto de Nación cambia cada seis años, con el cambio de la administración federal.

Es preciso agregar que en México hay situaciones muy particulares que lo hacen avanzar muy lentamente. Sin querer profundizar demasiado en ello, pero con la intención y convicción de que es importante señalarlo, es posible referir a las reflexiones que hacen algunos autores críticos contemporáneos para entender por qué muchos de los mexicanos no respetan a sus instituciones, viven atrapados en el pasado, no fortalecen su tejido social y burlan la ley<sup>295</sup>, así como también a propuestas muy concretas de cómo sería posible cambiar a México<sup>296</sup>.

En estos trabajos, entre otros existentes, se identifican situaciones, características y personalidades que dirigen al país y que limitan su desarrollo. Así por ejemplo, los sindicatos, los partidos políticos, los monopolios públicos y los emporios

---

<sup>294</sup> Piedras, E. y Hernández C. *Política pública Integral para las TIC*. The Competitive Intelligence Unit (CIU). Disponible en: [http://www.the-ciu.net/nwsltr/046\\_1Distro.html](http://www.the-ciu.net/nwsltr/046_1Distro.html) [Consulta: 15-09-2012]

<sup>295</sup> Castañeda, J. G. *Mañana o Pasado: El Misterio de los Mexicanos*. Aguilar. México, 2011.

<sup>296</sup> Dresser, D. *El país de uno. Reflexiones para entender y cambiar a México*. Santillana Ediciones Generales, S.A. de C.V. México, 2011.

empresariales, obstaculizan la competencia, chantajea a la clase política, fomentan la corrupción y el uso arbitrario del poder y la impunidad, entre otras muchas situaciones, que finalmente impactan en todos los ámbitos del país.

Asimismo, se hace evidente que las principales batallas no se están librando en torno a cómo construir un sistema político y económico más representativo y más eficaz, sino en cómo mantener el control de cotos y partidas, además de prerrogativas y privilegios, siendo que, si estas situaciones no se logran por lo menos disminuir, seguirán generando permanentemente un círculo vicioso<sup>297</sup>.

En el plano personal, muchos de los ciudadanos mexicanos eligen la pasividad complaciente en lugar de la participación comprometida, tal es el caso de preferir criticar a quienes gobiernan en vez de involucrarse para hacerlo mejor o de fundar organizaciones independientes, fomentar normas cívicas, o de cabildear en nombre del interés público<sup>298</sup>.

De esta manera, el país está sujeto a las decisiones de unas cuantas personas y de los mercados internacionales, pues al interior lo que se busca es preservar las situaciones de comodidad y de ganancias personales que los grupos privilegiados o de poder tienen.

Lo anterior ha generado a través del tiempo una serie de problemas que es preciso enfrentar, estando dentro de estas temáticas las cuestiones demográficas, el desarrollo urbano y regional, las migraciones internacionales, el medio ambiente, la desigualdad social, los movimientos sociales, la educación, el género, la economía, las relaciones internacionales, las políticas públicas, las instituciones y los procesos políticos, la seguridad nacional y la seguridad interior, las culturas y las identidades<sup>299</sup>.

Estos y otros problemas se tienen identificados y se analizan de manera periódica por instancias nacionales e internacionales, tales son los casos de los Informes sobre Desarrollo Humano realizados por el Programa de las Naciones Unidas

---

<sup>297</sup> *Ibíd.*

<sup>298</sup> *Ibíd.*

<sup>299</sup> El Colegio de México (COLMEX). *Los grandes problemas de México* (16 volúmenes). México, 2010. Disponible en: <http://2010.colmex.mx/proyecto70/pe70-14.html> [Consulta: 15-08-2012]

para el Desarrollo (PNUD) mundiales<sup>300</sup> o por país<sup>301</sup>, así como los reportes y estadísticas generadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>302</sup>.

No obstante que la situación es crítica, se han iniciado algunas transformaciones a partir de diversas propuestas para avanzar en diferentes ámbitos de la actividad social, económica, política y cultural de nuestro país. Asimismo, los cambios producidos por el denominado *Fenómeno geocultural* que actualmente vivimos, el cual, apoyado en diferentes redes de la sociedad civil, está constituyéndose como un medio de contradicciones a través del cual se va logrando una mayor representatividad y legitimidad social, fortaleciéndose con ello el consenso emergente de los actores sociales y la incorporación de sectores anteriormente excluidos<sup>303</sup>.

En la etapa por la cual atravesamos, se están moldeando nuevas formas alternativas de organización social, que permitirán potenciar la democracia, la justicia y la igualdad en vista a crear nuevas sociedades y nuevas posibilidades, generando a su vez una posición ética, valores e intereses comunes, frente amenazas también comunes.

En este entramado socioeconómico-político, el cual forma parte de un sistema complejo mayor<sup>304</sup>, una gran parte de los problemas y de los obstáculos que se tienen al cambio se deben a las denominadas paradojas y contradicciones.

Las paradojas son entendidas como las situaciones contrarias que coexisten al mismo tiempo, pero que no están ni dependen de la gente, siendo únicamente posible

---

<sup>300</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). *Informe sobre Desarrollo Humano 2011*. Nueva York. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/> [Consulta: 15-08-2012]

<sup>301</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (PNUD). *Informe sobre Desarrollo Humano México 2011*. Oficina de Investigación en Desarrollo Humano del PNUD, México. Disponible en: [http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Mexico/Mexico\\_NHDR\\_2011.pdf](http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Mexico/Mexico_NHDR_2011.pdf) [Consulta: 15-08-2012]

<sup>302</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Disponible en: <http://www.oecd.org> [Consulta: 15-08-2012]

<sup>303</sup> Gorostiaga, X. *La construcción de las utopías desde la cultura y la educación*. En Núñez Hurtado, C. (Coord.), *Educación para construir el sueño: Ética y conocimiento en la transformación social* (pp. 163-185). ITESO. Guadalajara, Jal, 2001. Disponible en: [http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/945/1/La\\_construccion\\_de\\_las\\_utopias.pdf](http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/945/1/La_construccion_de_las_utopias.pdf) [Consulta: 15-08-2012]

<sup>304</sup> Morin, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa. Barcelona, 1998.

su reconocimiento y adecuada administración<sup>305</sup>, como por ejemplo, la misma gente, que es una fortaleza y una debilidad, o el caso de las tecnologías como el internet, que al mismo tiempo es una oportunidad y una amenaza.

Las paradojas, por su parte, son contradicciones o incoherencias personales que provocan desconcierto y desorganización y que ocurren en tres niveles<sup>306</sup>:

- Incoherencia entre lo que se dice, reglamenta y ordena, y lo que realmente se hace.
- Contraposición entre lo que se dice u ordena en una ocasiones y lo que se dice u ordena en otras, sin que haya razones que justifiquen la diferencia.
- En unas ocasiones se actúa de una manera, y en ocasiones idénticas de la manera contraria.

Así entonces, es preciso reconocer todas estas situaciones para que el cambio y el desarrollo en materia de la información geográfica y de los sistemas para su recuperación puedan ser planeados, organizados y articulados, buscando fortalecer los sistemas sociales involucrados en ello, pero además, estableciendo reglas claras y esquemas de regulación reales que permitan la alineación de los diferentes sistemas que lo rigen, cuestión que únicamente es posible lograr a través de las personas o actores sociales que intervienen en cada uno de ellos (elemento central del modelo propuesto).

### 8.5.3 Dimensión tecnológica

De acuerdo con Cabero<sup>307</sup>, la humanidad ha pasado por diferentes revoluciones tecnológicas, que a grandes rasgos han ido desde la agrícola y artesanal, a la industrial, postindustrial y de la información y del conocimiento, que es en la que nos encontramos en la actualidad.

Analizando estas épocas enmarcadas por las revoluciones tecnológicas asociadas, se hace evidente que la introducción de las tecnologías a lo largo de la

---

<sup>305</sup> Schwarz, C. *Gestión del Cambio* (presentación). San Luis Potosí, México, 2009.

<sup>306</sup> *Ibíd.*

<sup>307</sup> Cabero, J. *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación*. McGraw-Hill. Madrid: 2007.



historia han modificado y en ocasiones reemplazado funciones humanas. Cuando los cambios son suficientemente generalizados, éstos modifican también las relaciones humanas, generando incluso un nuevo orden social.

En la actualidad la tecnología tiene mucha presencia y significación, a tal grado de que es posible decir que si existe un atributo distintivo de la sociedad actual es su perspectiva tecnológica en todas las áreas de actividad humana<sup>308</sup>.

Lo anterior hace referencia a que en hoy en día las tecnologías son la base sobre la cual se desarrollan una gran cantidad de actividades humanas, y por tanto, forman parte de su cultura y de su cotidianidad.

Esta relación entre las tecnologías y la cultura ocurre en ambos sentidos, por un lado, el grado en que las tecnologías están disponibles en una cultura condicionan su forma de organización, en tanto que la cosmovisión de una cultura condiciona las tecnologías que se están dispuestas a usar, integrándose de esta manera un sistema socio-técnico inseparable.

Algo similar ocurre con otras actividades y áreas disciplinares, por ejemplo el caso de la Economía, pues aún y cuando las tecnologías no son un objeto propio de su estudio, forman parte importante en los procesos de producción e intercambio de bienes y servicios, en el cual se utilizan además los recursos naturales (terreno, aire, agua, materiales, fuentes de energía...) y a las personas que proveen la información, mano de obra y mercado para las actividades comerciales.

De esta manera, es posible advertir que muchas de las características de la sociedad actual han sido promovidas por y desde las tecnologías, tales son los casos de la visión multicultural y multisocial que actualmente se tiene; las oportunidades de comunicación y crecimiento a través de las redes sociales, económicas, políticas, educativas y de conocimiento que redimensionan e interconectan; el consenso emergente de los actores sociales; la horizontalización de las decisiones y la convergencia; la aparición de formas de organización alternativas que potencian la democracia, la justicia y la igualdad; nuevos espacios y ambientes de aprendizaje y de gestión; el compartir el espacio individual con las áreas comunes y de trabajo en grupo, entre muchas otras situaciones que pueden ser mencionadas.

---

<sup>308</sup> Ibid.

De acuerdo con lo anterior, la dimensión tecnológica a la que se hace referencia en el modelo propuesto, cubre una amplia gama de aspectos, tales como: herramientas, máquinas, utensilios y equipamiento (principalmente de tipo informático), pero también a los datos, los conocimientos y los documentos; a las redes y telecomunicaciones; a los sistemas, métodos de organización y técnicas de trabajo; al software; pero también a los estándares, las normas y las especificaciones técnicas.

Para el caso mexicano las consideraciones que se tienen en cuanto a los aspectos relacionados con el equipamiento y la infraestructura tecnológica van referidos al aprovechamiento y mejor uso de ellos, así como a fomentar y estimular el desarrollo tecnológico en todos los niveles educativos.

Lo anterior se deriva del hecho de que en México se cuenta con buena infraestructura tecnológica tanto en operación como para fines educativos, así como recursos humanos de calidad, que en un momento dado podrían aportar nuevos conocimientos y generar nuevas tecnologías. No obstante lo anterior, la alta dependencia de los países desarrollados, la baja cultura de la innovación, e incluso, la baja estima y motivación de las personas, no permite despegar y aportar en una mayor proporción en estos y otros temas.

En relación con los datos y la información geográfica, es preciso pugnar por hacer pública la mayor cantidad posible, con la calidad y actualidad requerida, así como a un mayor nivel de detalle, buscando tener de esta manera una cobertura más amplia de información.

Otro aspecto que se hace importante trabajar se relaciona con la estandarización y el uso de normas que permitan asegurar la calidad y establecer las bases para compartir y hacer disponibles los datos. En éste sentido, se hace indispensable el establecimiento y formalización de las reglas de operación, así como de los aspectos técnicos, de organización y legales requeridos para su eficiente operación, orientando estas acciones a cubrir las necesidades de información a sus diferentes tipos de usuarios, siendo también indispensable el involucramiento de los actores principales del proceso: gobierno, sector educativo, desarrolladores y usuarios finales, con su correspondiente vigilancia para que esto se cumpla.

En cuanto a los principales aspectos técnicos que se deben formalizar y seguir por parte de los generadores y usuarios de información geográfica, están los marcos de referencia geodésica a utilizar, así como la generación de metadatos geográficos y el uso de mecanismos de auto generación y recolecta.

Referente al software, una alternativa que se considera importante continuar impulsando es el uso y desarrollo de software libre, el cual tiene menos restricciones, posibilita la implementación de Sistemas de información geográfica propios y permite resolver el problema de los altos costos de licenciamiento del software comercial. No obstante las ventajas que este tipo de software representa, requiere en contraparte del involucramiento, orientación y formación tanto para el uso, como para el desarrollo y soporte técnico que debe tenerse aparejado. Por otra parte, será preciso continuar fortaleciendo la integración de datos en diferentes formatos, la transformación de los datos entre diferentes formatos de archivos digitales y la compatibilidad de las aplicaciones que corren en diferentes sistemas operativos.

En cuanto a los aspectos de organización y legales, la meta a lograr es la interoperabilidad entre dependencias, organismos generadores de información geográfica y los usuarios, requiriendo para ello tener una instancia coordinadora de estos esfuerzos con el nivel jerárquico y grado de institucionalidad suficiente para llevar a cabo estas acciones; contar con los instrumentos jurídicos que avalen sus funciones; lograr la participación y responsabilidad compartida a todos los sectores involucrados, es decir, por una parte la inteligencia de grupos sociales descentralizados y por otro, el respaldo de las autoridades de más alto nivel, asegurando con ello la coherencia entre el entendimiento e internalización del tema por parte de la sociedad y los tomadores de decisiones de alto nivel.

De manera continuada, la normatividad y regulación debería ser difundida y acatada. Asimismo, se tendrían que desarrollar otros temas entre los que están los esquemas de accesibilidad y seguridad de las aplicaciones, así como los aspectos de derechos de autor, derecho de uso, confidencialidad de la información, licenciamiento, entre otros, teniendo posibilidad de desarrollar o apoyarse en esquemas emergentes como los de *Creative Commons*<sup>309</sup> que buscan reducir las barreras legales para el intercambio y uso de la creatividad y el conocimiento por medio de mecanismos

---

<sup>309</sup> Creative Commons. Disponible en: <http://creativecommons.org/> [Consulta: 21-08-2012]

legales basados en las necesidades y situaciones generadas por las tecnologías actuales.

#### **8.5.4 Integración de las dimensiones del modelo**

El modelo propuesto se basa en la integración de los diferentes aspectos y elementos comprendidos en las tres dimensiones establecidas, los cuales están estrechamente relacionados y varios de ellos son comunes entre sí, generándose con ello el entrelazado de las dimensiones.

Gráficamente el modelo se visualiza conformado por las tres dimensiones entrelazadas, dentro de las cuales se ubican los diferentes aspectos y elementos considerados (figura 109). Así por ejemplo, los límites entre la dimensión socioeconómico-política y la biopsicosocial-organizacional están estrechamente relacionadas a partir de las roles sociales y las relaciones interpersonales, la economía tradicional, ambiental y ecológica, el conocimiento del entorno o contexto.

Las relaciones entre la dimensión socioeconómico-política y la tecnológica se generan a partir de la economía ambiental y ecológica, así como la digital, en tanto que las relaciones entre las dimensiones biopsicosocial-organizacional y la tecnológica a partir de los recursos y las características organizacionales.

Dentro del modelo guardan especial importancia los aspectos que se intersectan en las tres dimensiones, es decir, los elementos comunes entre sí. Por ejemplo, los recursos, la Educación y la Cultura, los datos, la información y los documentos, están en esta situación, además de las personas, las cuales son consideradas como el elemento central del modelo y que le dan sentido a todos los demás componentes.

Bajo la visión anterior, la integración de los diferentes aspectos y elementos agrupados en las tres dimensiones referidas, son los factores considerados determinantes, requeridos para la eficiente operación y utilización de los Sistemas de información geográfica, en vista a solventar las necesidades de este tipo de información de los diferentes tipos de usuarios, las cuales tendrían que irse moldeando y fortaleciendo, no solo por las demandas del mercado, sino por las necesidades propias de las personas a partir del conocimiento de ella y sus posibles usos.

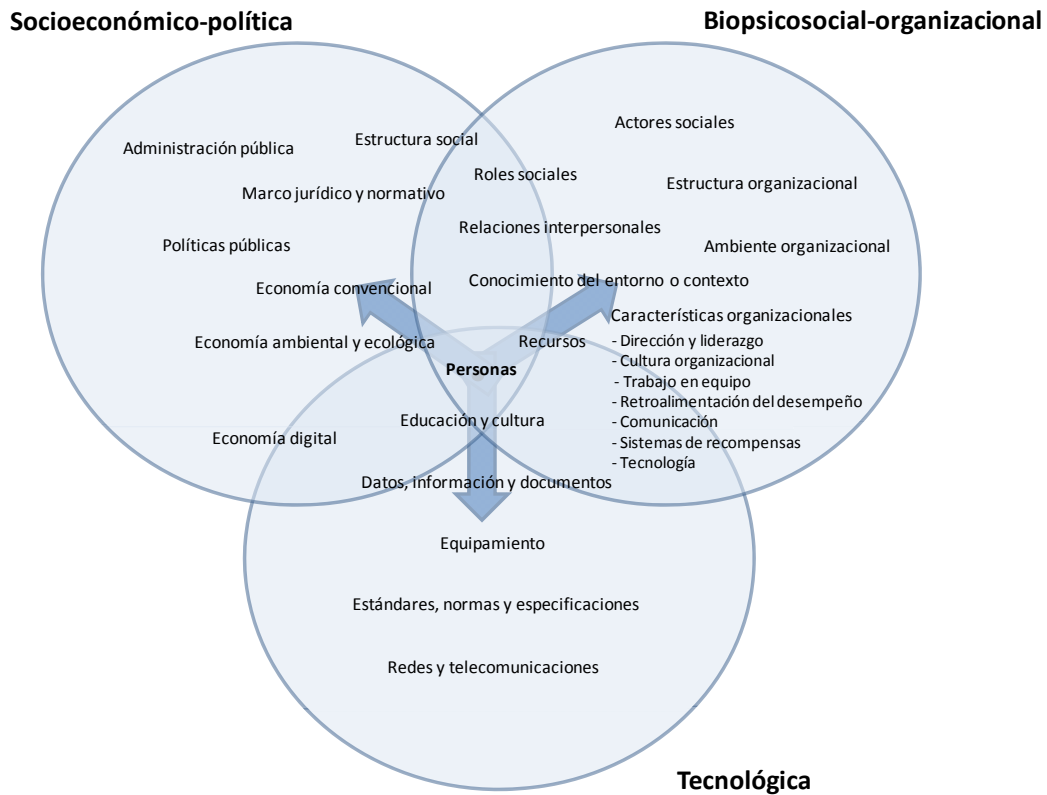


Figura 109. Dimensiones y aspectos/elementos del modelo propuesto. Elaboración propia.

Finalmente es preciso señalar, que a pesar de la gran cantidad de retos y desafíos en torno a los Sistemas de información geográfica, se perciben altas posibilidades de éxito, pues se tienen sentadas las bases para su desarrollo. Habrá que continuar trabajando en los diferentes aspectos señalados, promover su uso, demostrar su utilidad y buscar generar las condiciones para potenciar a los Sistemas de información geográfica como una tecnología de uso generalizado.

## Capítulo 9. Conclusiones

De acuerdo con el trabajo realizado y lo analizado en los capítulos previos, se presentan a continuación las siguientes conclusiones:

1. Un aspecto relevante relacionado con la naturaleza de la información que está presente en muy diversas situaciones es la componente espacial asociada a una gran cantidad de datos manejados por instituciones y empresas públicas y privadas, es decir, la liga que guarda la información con un hecho o fenómeno geográfico, lo cual en nuestro tiempo está tomando una mayor importancia y generado una demanda creciente de información geográfica en muchos ámbitos de las actividades humanas, a tal grado que es posible y se señala que nos encontramos inmersos en un proceso de *geografización* de la cultura y prácticamente de todos los objetos de conocimiento. No obstante lo anterior, en México las personas reconocen el valor de la información geográfica, pero se advierte que no se le da la importancia requerida, además de que no se hace uso de manera adecuada y se aprovecha poco, debido principalmente a la pobre formación y educación sobre la materia.
2. Se observa que hay un uso creciente de los Sistemas de Información Geográfica. Asimismo, las temáticas, las orientaciones y las aplicaciones que se desarrollan en torno a ellos son muy variadas, siendo sus objetivos principales apoyar el estudio, la gestión y la toma de decisiones en las temáticas o ámbitos de trabajo de que se traten, así como para fines instruccionales y educativos. En relación con la tipología de los usuarios habituales de los Sistemas de Información Geográfica, es muy amplia y corresponde a personas que laboran en dependencias federales, estatales y municipales, además de empresas, instituciones educativas y de investigación, y se trata tanto de profesionales en las diversas temáticas que abordan los sistemas, como de especialistas en la operación, análisis e interpretación de la información generada, tomadores de decisiones, hasta público en general. Adicionalmente se advierte que el avance que han tenido los Sistemas de información geográfica ha sido principalmente producto de las tendencias del mercado, de los efectos de fenómenos sociales como la accesibilidad de información y de datos abiertos, así como por los principios de transparencia y acceso público a la información.

3. Entre las herramientas de apoyo más utilizadas para la representación de la información geográfica está la Teledetección espacial, los Sistemas de información geográfica, los Sistemas geodésicos y los Sistemas de posicionamiento global. Todos ellos son actualmente considerados más que como herramientas, como tecnologías de la información geográfica o *geotecnologías*. En relación con las herramientas que utilizan los jóvenes, las agencias del gobierno, los profesionistas y el público en general para buscar información geográfica, consisten principalmente en herramientas gratuitas que se encuentran en línea a través de Internet ligados a motores de búsqueda y que tienen posibilidades de desplegar sus referencias geográficas, tales como Google, Yahoo, Bing y después de estos, motores de búsqueda geográfica como Google Earth. En cuanto a la disponibilidad de los Sistemas de información geográfica para su consulta, principalmente las dependencias gubernamentales son quienes hacen públicos sus sistemas tanto para consulta en sus centros de atención, como a través de internet, siendo parte de sus estrategias de transparencia y acceso a la información; el resto de las organizaciones los tienen principalmente para su uso interno.
4. Entre las principales problemáticas de los Sistemas de información geográfica actuales están los relacionados con cuestiones técnicas y tecnológicas, los que tienen que ver con las organizaciones, los referidos a los usuarios y los relativos a los datos y a la información. En cuanto a los problemas técnicos y tecnológicos, en primer punto está la pobre generación de metadatos y por tanto, su baja disponibilidad y uso; cambios en los marcos de referencia; dificultad en la transformación entre diferentes formatos de archivos digitales; falta de personal capacitado, tanto para desarrollo como de soporte técnico; falta de mecanismos de auto generación de metadatos y recolecta; altos costos en el licenciamiento de software; dificultad en la integración de datos de diferentes formatos; baja compatibilidad de las aplicaciones que operan en sistemas operativos diferentes y grandes requerimientos de cómputo. Entre los problemas identificados relacionados con aspectos de organización está la baja interoperabilidad entre dependencias y organismos generadores de información geográfica; normatividad y regulación poco difundida y acatada; falta de esquemas de accesibilidad y seguridad de las aplicaciones; problemáticas relacionadas con los derechos de autor, derechos de uso de la

información, confidencialidad y licenciamiento. Relativo a los usuarios, los problemas principales tienen que ver con la baja importancia que se le da a la información geográfica; pobre utilización de la información; deficiente formación y capacitación a los usuarios a los distintos niveles; necesidades de desarrollo de nuevos aplicativos para satisfacer las necesidades emergentes; falta de capacidad técnica y de personal certificado que apoye a la resolución de dudas y problemas. En relación con los datos y a información, la problemática identificada tiene que ver con la poca información disponible de manera pública y que en su mayoría es de tipo general, en tanto que la de mayor calidad y precisión su costo es alto; la rápida obsolescencia y desactualización de la información; incompatibilidad entre formatos y métodos de obtención y representación; falta de estandarización en la generación y gestión de la información; los derechos de uso que se otorgan dependiendo los tipos de usuarios de que se trate; la confidencialidad y el nivel de detalle de la información a la que se tiene acceso.

5. En cuanto a los principales aspectos de mejora y propuestas de solución identificados se tienen los siguientes. En relación con los aspectos tecnológicos, se considera que es posible hacer un mejor uso y aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles a partir de una mejor preparación; fomentar y estimular el desarrollo y la innovación tecnológica a todos los niveles; impulsar el uso y desarrollo de software libre, el cual tiene menos restricciones, posibilita la implementación de Sistemas de información geográfica propios y permite resolver el problema de los altos costos de licenciamiento del software comercial; establecer y formalizar las reglas de operación y los aspectos técnicos, de organización y legales, requeridos para la eficiente integración y operación de los sistemas de recuperación de información geográfica. Relacionados con los aspectos de organización, la meta a lograr es la interoperabilidad entre dependencias y organismos generadores de información geográfica, así como de los usuarios, requiriendo para ello contar con una instancia coordinadora de estos esfuerzos con el nivel jerárquico y grado de institucionalidad suficiente para llevar a cabo estas acciones, además de contar con los instrumentos jurídicos que avalen las funciones y la capacidad de los diferentes sectores sociales involucrados y lograr su participación. En cuanto a los usuarios, se identifican como oportunidades las relacionadas con la promoción de la cultura de la información



geográfica a todos los niveles de la sociedad; educar, formar y alfabetizar en información geográfica a los diferentes tipos de usuarios, con el fin de desarrollar las competencias básicas requeridas para el uso y aprovechamiento de este tipo de información; fortalecer los programas de educación superior e investigación relacionadas con las disciplinas y líneas de generación de conocimiento afines; promover la investigación, el desarrollo y la innovación a todos los niveles de la sociedad; promover la participación en redes de cooperación y proyectos colaborativos; fomentar la cultura de organizar, compartir y usar los datos, la información y el conocimiento para el beneficio colectivo. Entre las propuestas relacionadas con la información, éstas se concentran en pugnar por hacer pública la mayor cantidad de información posible, con la calidad y actualidad requerida, así como a un mayor nivel de detalle, buscando con ello disminuir los costos por su adquisición, así como los gastos al tener que generarla varias veces, además de aumentar su uso y reutilización; difundir los beneficios de la información geográfica y su estandarización; lograr un buen nivel de organización, gestión y uso de la información geográfica a partir de los aspectos anteriores.

6. Como resultado del trabajo desarrollado, un Sistema de información geográfica se asume como un sistema conformado por usuarios, generadores de datos, desarrolladores de aplicativos y entidades normativas, que cuenta con una estructura organizativa, recursos físicos, tecnológicos y de información, así como reglas de gestión, cuyas funciones principales son la captura, manejo, acceso, distribución, intercambio, organización, operación, suministro, estudio, generación y regulación de diversos productos y servicios relacionados con la información geográfica, que tiene como fin solventar las necesidades y demandas de este tipo de información para apoyar la toma de decisiones, la planeación y la gestión de actividades, estudios y proyectos en muy diversos ámbitos, relacionados con el territorio. Asimismo, los aspectos técnicos y de organización requeridos para su eficiente operación se presentan integrados dentro de tres grandes perspectivas o dimensiones: en la dimensión biopsicosocial-organizacional están los aspectos concernientes a la naturaleza del hombre, como un ser físico, espiritual y social, con inteligencia y voluntad, que afecta la realidad y cambia la historia a partir de sus relaciones con el entorno y la sociedad, y que tanto de forma individual, como a través de amplios colectivos y organizaciones hacen uso de información geográfica para

relacionarse, intercambiar bienes y servicios, cubrir sus necesidades o apoyar la toma de decisiones en muy diversas situaciones; adicionalmente se identifica que las características organizacionales, aunadas a la investigación, el desarrollo y la innovación son aspectos claves que deben ser considerados para potenciar el uso y aprovechamiento de la información geográfica. La dimensión socioeconómico-política integra diversos aspectos relacionados con el papel activo de los actores sociales, los marcos jurídicos y normativos para el uso, intercambio y aprovechamiento de la información geográfica, entre los cuales se encuentran las condiciones legales, la privacidad y confidencialidad de los datos, la economía de la información, es decir, contempla el contexto social en el que la estructura social, las entidades gubernamentales, los legisladores y líderes, las empresas, los grupos y los ciudadanos, intervienen y afectan la manera de generar y hacer uso de la información geográfica. Finalmente, en la dimensión tecnológica se identifican los aspectos de equipamiento, el software y la conectividad; los estándares, normas y especificaciones; así como los propios datos, la información y los documentos, que son parte esencial del engranaje. Dado que las dimensiones se entrelazan a partir de los elementos comunes entre sí, guardan principal relevancia aquellos que se intersectan en las tres, estando dentro de estos y surgiendo como el principal las Personas, que son consideradas como el elemento central y que le da sentido a todos los demás componentes.

7. Las condiciones que se consideran debe cumplirse en el modelo de Sistema de información geográfica desarrollado son las siguientes. En relación con la dimensión biopsicosocial-organizacional, se hace necesario empezar por reconocer y tomar conciencia de la importancia que tiene la información geográfica para la toma de decisiones y como herramienta de apoyo para muy diversas actividades humanas y las posibles vías que se identifican para que esto suceda son a través de la formación y educación de las personas en sus diferentes niveles. A nivel de las organizaciones, se considera conveniente orientar las características organizacionales para potenciar el uso y aprovechamiento de la información geográfica y de las herramientas para su gestión. A nivel de la sociedad en general se requiere promover la investigación, el desarrollo y la innovación a todos los niveles de la sociedad, asimismo participar en redes de cooperación y proyectos colaborativos, fomentar el intercambio de conocimientos y tecnología, así como de la cultura de organizar, compartir y usar los datos, la información y el conocimiento para

el beneficio colectivo. En cuanto a los aspectos de la dimensión socio-económica-política, es indispensable diseñar e implementar una política pública relacionada con las tecnologías de la información y comunicación, que sea integral e incluyente. Asimismo, se hace necesario el establecimiento de reglas claras y esquemas de regulación reales que permitan la alineación de los diferentes sistemas y actores sociales participantes. En relación con la dimensión tecnológica, se hace indispensable el desarrollo de tecnologías propias para disminuir la dependencia que se tiene de otros países; es preciso pugnar por hacer pública la mayor cantidad posible, con la calidad y actualidad requerida, así como a un mayor nivel de detalle, buscando tener de esta manera una cobertura más amplia de información y con mayores posibilidades de acceso; se hace indispensable el establecimiento y formalización de las reglas de operación, así como la formalización de diversos aspectos técnicos, entre los cuales están los marcos de referencia geodésica a utilizar, así como la generación de metadatos geográficos y el uso de mecanismos de auto generación y recolecta. Referente al software, una alternativa que se considera importante continuar impulsando es el uso y desarrollo de software libre, el cual tiene menos restricciones, posibilita la implementación de Sistemas de información geográfica propios y permite resolver el problema de los altos costos de licenciamiento del software comercial. En cuanto a los aspectos de organización, es requisito tener una instancia coordinadora de todos los esfuerzos de regulación y operación, con el nivel jerárquico y grado de institucionalidad suficiente para llevar a cabo estas acciones, asimismo, se hace necesario contar con los instrumentos jurídicos que avalen sus funciones y el establecimiento de estrategias y acciones que permitan lograr la participación y responsabilidad compartida a todos los sectores involucrados.

## Bibliografía y fuentes de información

ABADAL FALGUERAS, Ernest y CODINA BONILLA, Lluís. (2005). *Bases de datos documentales*. Madrid: Síntesis.

ACKOFF, Rusell L. (1960). *Systems, Organizations and Interdisciplinarity Research*. General Systems, 5, 1960, pp. 1-8. En: Gigch, John P. van. (2006). *Teoría General de Sistemas*. México: Ed. Trillas. pp. 58-59

AGUIRRE ROMERO, Joaquín Ma. (1997). *El futuro del libro*. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/especulo/numero5/futlibro.htm> [Consulta: 18-03-2012]

AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY (ASIST). Disponible en: <http://www.asis.org/> [Consulta: 18-08-2012]

ANDREU, Rafael; RICART, Joan Enric; VALOR, Josep. (1996). *Estrategia y Sistemas de información*. Madrid: McGraw-Hill.

ARONOFF, Stan. (1991). *Geographic Information Systems: A management perspective*. Canada: WDL Publications.

ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN (AMITI); CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (CANIETI); FUNDACIÓN MÉXICO DIGITAL (FMD). (2006). *Visión México 2020. Políticas públicas en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones para impulsar la competitividad de México*. Disponible en: [http://www.cysp.com.mx/lma/Amiti/Documentos%20Descargables/Doc\\_PP\\_vision\\_Mexico\\_2020\\_resumen.pdf](http://www.cysp.com.mx/lma/Amiti/Documentos%20Descargables/Doc_PP_vision_Mexico_2020_resumen.pdf) [Consulta: 15-10-2011].

BAEZA-YATES, Ricardo & RIBEIRO-NETO, Berthier. (1999). *Modern information retrieval*. New York: ACM Press; Addison Wesley. Disponible en: <http://www.sims.berkeley.edu/~hearst/irbook/> [Consulta: 21-08-2012].

BAJOIT, Guy. (2008). *La renovación de la sociología contemporánea*. Cultura y representaciones sociales. Revista electrónica de Ciencias Sociales. Año 3, número 5, Septiembre de 2008, México. Disponible en:

<http://www.culturayrs.org.mx/revista/num5/Bajoit.html> [Consulta: 21-08-2012].

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID); BANCO MUNDIAL (BM); COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL); CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS (CIDE); ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE); PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). (2007). *Foro Internacional sobre Políticas Públicas para el Desarrollo de México*. Disponible en: <http://www.foropoliticaspUBLICAS.org.mx/es/docs.html> [Consulta: 15-10-2011]

BARRIENTOS MARTÍNEZ, Miguel Ángel. (2007). *El análisis de Redes desde ArcGis 9.2*. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/7358364/Network-Analyst-El-Analisis-de-Redes-Desde-ArcGIS-9> [Consulta: 21-08-2012]

BATINI, Carlo; CERI, Stefano y NAVATHE, Shamkant B. (1994). *Diseño Conceptual de Bases de Datos: Un enfoque de entidades-interrelaciones*. Wilmington, Delaware, E.UA.: Addison-Wesley Iberoamericana / Ediciones Díaz de Santos.

BENAVIDES, Israel. (2003). *La economía convencional y la nueva economía*. Nicaragua: La Prensa Digital. Disponible en:

<http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2003/marzo/26/economia/economia-20030326-08.html> [Consulta: 21-08-2012].

BENITO JAÉN, Ángel. (1982). *Fundamentos de teoría general de la información*. Madrid: Pirámide.

BERTALANFFY, Ludwig von. (1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.

BLAIKIE, Norman. (1991). *A critique of the use of triangulation in social research, Quality and Quantity*. Vol. 25. pp. 115-136.

BOSQUE SENDRA, Joaquín. (1992). *Sistemas de información geográfica*. Madrid: Ed. Rialp.

BOTELLA AUSINA, José y ORTEGO MATÉ, Carmen. *Compartir datos: hacia una investigación más sostenible*. Psicothema 2010. Vol. 22, no. 2, pp. 263-269. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/727/72712496014.pdf> [Consulta: 20-08-2012].

BOTTI, Vicente; CARRASCOSA, Carlos; JULIAN, Vicente y SOLER, José. (1999). *The ARTIS AgentArchitecture: Modelling Agents in Hard Real-Time Environments*. Proceedings of the MAAMAW'99. Lecture Notes En: Computer Science, vol. 1647. Springer- Verlag. Valencia, 1999.

BUEHLER, K. & MCKEE, L. (1998). *The OpenGIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing and the OpenGIS Specification*. Wayland, Massachusetts. En: PENG, Zhong-Ren & TSOU, Ming-Hsiang. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

BUENO, Gustavo y MARTÍNEZ, Leoncio. (1955). *Nociones de filosofía. Quinto curso*. Salamanca: Ediciones Anaya. Disponible en: <http://www.fgbueno.es/med/dig/gb55nf2.pdf> [Consulta:21-08-2011]

BULMER, Martin (comps.) (1992). *Sociological research methods. An introduction*. London: Macmillan. En: CEA D'ANCONA, Ma. Ángeles. (2010). *Métodos de Encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora*. Madrid: Síntesis.

BURROUGH, Peter A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Oxford: Claredon Press.

BUSTELO RUESTA, Carlota y AMARILLA IGLESIAS, Raquel. (2001). *Gestión del Conocimiento y Gestión de la información*. Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Año VII, no. 34. (marzo 2001). Disponible en: [http://www.intercontact.com.ar/comunidad/archivos/Gestion\\_del\\_Conocimiento-BusteloRuesta-AmarillaIglesias.pdf](http://www.intercontact.com.ar/comunidad/archivos/Gestion_del_Conocimiento-BusteloRuesta-AmarillaIglesias.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

BUZAN, Anthony. (2004). *El Libro de los Mapas mentales*. Barcelona: Urano.

CABERO, Julio. (2007). *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación*. Madrid: McGraw-Hill.

CACHEDA SEIJO, Fidel; FERNÁNDEZ LUNA, Juan Manuel; HUETE GUÁDIX, Juan Francisco. (2011). *recuperación de información: Un enfoque práctico y multidisciplinar*. Madrid: RA-MA.

CAI, Guoray. (2002). *GeoVSM: An Integrated Retrieval Model For Geographical Information*. Lecture Notes on Computer Science 2478: Geographical Information Science: Second International Conference on GIScience, Boulder, Colorado, September 25-28, 2002. pp. 65-79. Disponible en:  
<http://spatial.ist.psu.edu/cai/LNCS2478-GeoVSM.pdf> [Consulta: 18-08-2012]

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN (1980). *Ley de Información Estadística y Geográfica*. México: Diario Oficial de la Federación. Disponible en:  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lieg/LIEG\\_orig\\_30dic80\\_ima.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lieg/LIEG_orig_30dic80_ima.pdf)  
[Consulta: 20-08-2012]

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN (2008). *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*. México: Diario Oficial de la Federación. Disponible en:  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lsnieg/LSNIEG\\_orig\\_16abr08.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lsnieg/LSNIEG_orig_16abr08.pdf)  
[Consulta: 20-08-2012]

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN (2009). *Ley orgánica de la Administración Pública Federal*. México: Diario Oficial de la Federación. Última Reforma: 17-06-2009. Disponible en:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/153.pdf> [Consulta: 20-08-2012]

CAPEL, Horacio. (1981). *Cuadernos críticos de Geografía Humana*. Año VI. Número: 31. Universidad de Barcelona. Enero de 1981. Disponible en:  
<http://www.ub.edu/geocrit/geo31.htm> [Consulta: 21-08-2012]

CÁRDENAS TRISTÁN, Abraham (2008). *De la Topografía a la Geomática. Evolución Educativa, Científica y Tecnológica*. Documento interno de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.

CARTER, James R. (1998). *On defining the Geographic Information System*. En: RIPPLE, William J. (ed.) *Fundamentals of Geographic Information Systems: a compendium*. American Congress on Surveying and Mapping (ACSM). Falls Church Virginia: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). pp. 3-7

CASTAÑEDA, Jorge G. (2011). *Mañana o Pasado: El Misterio de los Mexicanos*. México: Aguilar.

CASTELLS, Manuel. (2001) *Internet y la Sociedad Red. Lección inaugural del programa de doctorado sobre sociedad de la información y del conocimiento*. En: Universitat Oberta de Catalunya – UOC. Boletín 33 de Catalunya.

CEA D'ANCONA, Ma. Ángeles. (2010). *Métodos de Encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora*. Madrid: Síntesis.

CEBRIÁN, Juan Antonio (1988). *Sistemas de información geográfica*. En: BOSQUE SENDRA, Joaquín (1988). *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y a las Ciencias Sociales*. Madrid: Síntesis.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA “ING. JORGE L. TAMAYO”, A.C. México. Disponible en: <http://www.centrogeo.org.mx/> [Consulta: 23-07-2012]

CISCO. *CCNA Exploration 4.0 Aspectos básicos de Networking*. CISCO Networking Academy.

CLOUGH, P. & SANDERSON, M. (2004). *A proposal for comparative evaluation of automatic annotation for geo-referenced documents*. En: *Proceedings of the Workshop on Geographic Information Retrieval at SIGIR 2004*.

CHAÍN NAVARRO, Celia. (2004). *Técnicas y métodos de recuperación de información*. Murcia: D. M. Librero-Editor.



CHECKLAND, Peter. (1994). *La metodología de sistemas suaves en acción*. México: Limusa.

CHIAS NAVARRO, Pilar. (1997). *Los Sistemas de información geográfica (I). Introducción y conceptos generales*. Madrid: UPM.

CHO, George. (2005). *Geographic information science: mastering the legal issues*. West sussex, England: John wiley & sons.

CHURCH, Gary M. (1999). *The human-computer interface and information literacy: some basis and beyond*. Information Technology & Libraries. 181, pp. 3-21. En: MARCOS MORA, María del Carmen. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Asturias: Trea.

CLARK, Burton. (1991). *El sistema de Educación Superior. Una visión comparada de la organización académica*. México: Editorial Nueva Imagen en coedición con la Universidad Autónoma Metropolitana, Sede Azcapotzalco.

CLARKE, Keith C. (1986). *Advances in geographic information systems*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 10, nos. 3/4, pp. 175-186.

COMAS, David y RUIZ, Ernest. (1993). *Fundamentos de los Sistemas de información geográfica*. Barcelona: Ariel.

CORTÉS ALONSO, Vicenta. (1980). *Documentación y documentos*. Madrid: Ministerio de Cultura, Subdirección General de Archivos.

COWEN, David, J. (1988). *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?* En: Proceedings GIS'87 ST. Francisco Second Annual International Conference, Exhibits and Workshops on GIS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54 (11), pp. 1551-1554.

CREATIVE COMMONS. Disponible en: <http://creativecommons.org/> [Consulta: 21-08-2012]

CRISTANCHO, José Alberto. (2003). *Conceptos Básicos de Análisis y Modelamiento*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Centro de Investigación en Percepción Remota - IGAC.

CROFT, W. Bruce. *Approaches to intelligent information retrieval*. Information Processing & Management. Volume 23 Issue 4, July 1987. Tarrytown, N.Y. : Pergamon Press, Inc.

CROSS LANGUAGE EVALUATION FORUM (CLEF). Disponible en: <http://clef.isti.cnr.it/> [Consulta: 18-08-2012]

DEBONS, Anthony; HORNE, Esther. & CRONENWETH, Scott. (1988). *Information Science: An integrated View*. Boston: G. K. Hall.

DESANTES GUANTER, José María. (1981). *El mensaje en la documentación*. En: Publitecnia, no. 57.

DESANTES GUANTER, José María. (1987). *Teoría y régimen jurídico de la documentación*. Madrid: Eudema. En: MARTÍNEZ COMECHE, J.A. (1995). *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Madrid: Síntesis.

DRESSER, Denise. (2011). *El país de uno. Reflexiones para entender y cambiar a México*. México: Santillana Ediciones Generales, S.A. de C.V.

DUEKER, Kenneth J. (1979). *Land resource information systems: a review of fifteen years experience*. Geo-Processing Vol. 1, No. 2, pp. 105-128.

DUNN, William N. (1994). *Public Policy Analysis: An Introduction*. U.S.A.: Prentice Hall. En: CALDERA ORTEGA, A. R. (2005). *Los problemas públicos: naturaleza y estructuración*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/11144166/Los-problemas-publicos-naturaleza-y-estructuracion>. [Consulta: 21-08-2012]

EL COLEGIO DE MÉXICO (COLMEX, 2010). *Los grandes problemas de México* (16 volúmenes). Disponible en: <http://2010.colmex.mx/proyecto70/pe70-14.html> [Consulta: 15-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI). Disponible en: <http://www.esri.com/> [Consulta:18-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI, 1998). *Esri GIS and Mapping software*. En: MACÍAS LUNA, Claudia. (2004). *OGGDB: Modelado e Implementación de una Base de datos geográfica para OpenGIS*. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/macias\\_l\\_c/indice.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/macias_l_c/indice.html) [Consulta: 21-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI, 2003). *Analyzing the Consequences of Chernobyl Using GIS and Spatial Statistics*. ArcNews Online. Fall 2003. Disponible en: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall03articles/analyzing.html> [Consulta: 21-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI, 2006). *An overview of the TIN Creation toolset*. ArcGis Desktop Help 9.2. Disponible en: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An\\_overview\\_of\\_the\\_TIN\\_Creation\\_toolset](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An_overview_of_the_TIN_Creation_toolset) [Consulta: 21-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI, 2008). *User Conference 2008: GIS - Geography in Action*. Esri Map Book Volume 23. Disponible en: [http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook\\_gallery/volume23/tourism4.html](http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook_gallery/volume23/tourism4.html) [Consulta: 21-08-2012]

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE (ESRI, 2011). *User Conference 2011: GIS - Understanding Our World*. Esri Map Book Volume 26. Disponible en: [http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook\\_gallery/volume26/natural-resources-forestry/natural-resources-forestry-1.html](http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook_gallery/volume26/natural-resources-forestry/natural-resources-forestry-1.html) [Consulta: 21-08-2012]

ETCHEVERRY, Sergio. (s/f). *Clasificación de los Sistemas de información*. Disponible en: <http://www.unap.cl/~setcheve/siiqq/Page32.html> [Consulta: 21-08-2012]

ESPAÑA. (2010). *Real Decreto 4/2010 de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica*. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf> [Consulta: 21-08-2012].

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). Disponible es: <http://www.fgdc.gov/> [Consulta: 18-08-2012]

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC, 1997). *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM)*. En: GROOT, Richard & MCLAUGHLIN, John. (2000). *Geospatial Data Infrastructure: concepts, cases and good practice*. New York: Oxford University Press.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC, 1998). *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM)*. Disponible en: <http://www.fgdc.gov/metadata/csdgm> [Consulta: 21-08-2012].

FERRÉS, Daniel y RODRÍGUEZ, Horacio. (2007). *TALP at GeoCLEF 2007: Using Terrier with Geographical Knowledge Filtering*. En: Working Notes of the Cross Language Evaluation Forum (CLEF 2007). 19-21 September, Budapest, Hungary.

FRANKLIN, Stan & GRAESSER, Art. (1996). *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*. Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. Springer-Verlag. Disponible en: <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html> [Consulta: 21-08-2012]

GARCÍA ABAD-ALONSO, Juan Javier. *Documento 1. La Cartografía: Nociones teóricas básicas*. Universidad de Alcalá. Disponible en: [http://www.geogra.uah.es/jgabad/pdf\\_06-07/doc\\_cartog\\_ambiental-prof\\_garciaabad.pdf](http://www.geogra.uah.es/jgabad/pdf_06-07/doc_cartog_ambiental-prof_garciaabad.pdf) [Consulta: 11-03-2010].

GARCÍA AGUIRRE, Feliciano. (2007). *Atrapados por la modernidad. La erosión del espacio y el tiempo*. México: Universidad Veracruzana.

GARCÍA GUTIÉRREZ, Antonio Luis. (1984). *Lingüística documental. Aplicación a la documentación social*. Barcelona: Mitre.

GEOGRAPHICAL CROSS LANGUAGE EVALUATION FORUM (GeoCLEF).  
Disponible en: <http://ir.shef.ac.uk/geoclef/> [Consulta: 18-08-2012]

GERSHENSON, Carlos. *Sistemas Complejos. Conocer el universo a través de la interacción de sus componentes*. La Jornada, UNAM. Diciembre del 2000. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2000/12/11/cien-sistemas.html> [Consulta: 21-08-2012]

GIGCH, John P. van. (2006). *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.

GIL PECHUÁN, Ignacio. (1997). *Sistemas y tecnologías de la información para la gestión*. Madrid: McGraw-Hill.

GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION. Disponible en: <http://www.gsdi.org/> [Consulta: 18-08-2012]

GOROSTIAGA, Xabier. (2001). *La construcción de las utopías desde la cultura y la educación*. En: NÚÑEZ HURTADO, C. (Coord.). *Educación para construir el sueño: Ética y conocimiento en la transformación social*. pp. 163-185. Guadalajara, Jal.: ITESO. Disponible en: [http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/945/1/La\\_construccion\\_de\\_las\\_utopias.pdf](http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/945/1/La_construccion_de_las_utopias.pdf) [Consulta: 15-08-2012]

GRUPO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (GIOUPM). *Clasificación de los Sistemas de información*. Disponible en: <http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/sistemas-informacion/clasificacion-de-los-sistemas-de-informacion-79.asp> [Consulta: 21-09-2009]

GOERTZ, Gary & DIEHL, Paul F. (1992). *Territorial changes and international conflict*. New York: Routledge.

GOODCHILD, Michael F. & KEMP, Karen K. (1990). *NCGIA Core Curriculum*. Santa Bárbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis.

GOODCHILD, Michael F. (1985). *Geographic Information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma*. The Operational Geographer. Vol. 8, pp. 34-38.

GOODCHILD, Michael F. (1992). *Geographical information science*. International Journal of Geographical Information Systems 6(1). Pp. 31-45.

GOODCHILD, Michael F. (2011). *Challenges in geographical information science*. Proceedings of the Royal Society A. Published online 20 April 2011. Disponible en: <http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/467/2133/2431.full.pdf+html?sid=9f56e0e9-8ca2-4524-96fe-885d6a51e1b9> [Consulta: 21-08-2012]

GÓMEZ-DÍAZ, Raquel. (2005). *La lematización en español: una aplicación para la recuperación de información*. España: Trea.

GROOT, Richard & MCLAUGHLIN, John. (2000). *Geoespatial Data Infrastructure: concepts, cases and good practice*. New York: Oxford University Press.

GUERRA, Massiel y JORDÁN, Valeria. (2010). *Políticas públicas de Sociedad de la Información en América Latina: ¿una misma visión?*. Documento de proyecto. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.eclac.org/ddpe/publicaciones/xml/1/39181/W314Esp.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

GUIUNCHANT, Claire.; MENOU, Michel. (1992). *Introducción general a las ciencias y técnicas de la información y documentación*. 2ª ed. Corregida y aumentada por MARIE-FRANCE BLANQUET. CINDOC. UNESCO. Madrid.

GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier y GOULD, Michael. (1994). *SIG: Sistemas de información geográfica*. Madrid: Síntesis.

HACKMAN, J. Richard y OLDHAM, Greg R. (1975). *A new strategy for job enrichment*. California Management Review, Summer 1975, pp. 57-71. En: CASARES, Esther. (2007). *La Comunicación en la Organización; la Retroalimentación como Fuente de Satisfacción*. Razón y Palabra. Primera revista electrónica en América Latina especializada en Comunicación. Número 56. Abril-Mayo de 2007. Disponible en: <http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n56/ecasares.html> [Consulta: 21-08-2012]

HARLEY, John Brian. (2005). *La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía*. México: Fondo de Cultura Económica (Tezontle).

HILDRETH, Charles. R. (1987). *Beyond boolean: Designing the next generation of online catalogs*. Library Trends, 35(4). Spring 1987. Disponible en: [http://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7500/librarytrendsv35i4k\\_opt.pdf](http://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7500/librarytrendsv35i4k_opt.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ESPAÑA (IDEE). Disponible en: <http://www.idee.es> [Consulta: 18-08-2012]

INFRAESTRUCTURA DE DATOS DE CATALUÑA. Disponible en: <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal> [Consulta: 18-08-2012]

INFRAESTRUCTURE FOR SPATIAL INFORMATION IN EUROPE (INSPIRE). Disponible en: <http://www.inspire-geoportal.eu/> [Consulta: 18-08-2012]

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC, 1995). *Conceptos básicos sobre Sistemas de información geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*. Santa Fe de Bogotá: IGAC.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC, 1998). *Fundamentos teóricos de un SIG*. Santa Fe de Bogotá: IGAC.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). Disponible en: <http://www.inegi.org.mx> [Consulta: 18-08-2012]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI, 2011). *La Geodesia en México*. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/geodesia\\_mexico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/geodesia_mexico.aspx) [Consulta: 20-08-2012]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI, 2011). *Historia de la Cartografía en México*. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/marcoteo/carmex/carmex.cfm?c=236> [Consulta: 20-08-2012]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI, 2006). *Norma Técnica NTG-015 - 2006 Clasificación de Datos espaciales*. Disponible en:

[http://www.coteigep.puebla.gob.mx/phocadownload/dependencias/coteigep/normatividad/info\\_geografica/normas/ntg-015%20-%202006%20clasifdatosesp%2024-nov-06.pdf](http://www.coteigep.puebla.gob.mx/phocadownload/dependencias/coteigep/normatividad/info_geografica/normas/ntg-015%20-%202006%20clasifdatosesp%2024-nov-06.pdf)  
[Consulta: 21-08-2012]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI, 2009). *Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDEMex)*. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/espanol/IDEMex.pdf?s=geo&c=1352>  
[Consulta: 20-08-2012]

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION (ICA). Disponible en: <http://www.icaci.org> [Consulta: 20-08-2012]

INTERNATIONAL GLOBAL NAVIGATION SATELITE SYSTEMS (IGNSS). Disponible en: <http://igscb.jpl.nasa.gov> [Consulta: 20-08-2012]

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) Disponible en: <http://www.iso.org> [Consulta: 20-08-2012]

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO, 2000). *Norma ISO 9000. Sistemas de Gestión de Calidad. Fundamentos y vocabulario de la familia de estándares 9000*. Versión 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO, 2005). *Norma Internacional ISO 9000:2005. Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*. Ginebra, Suiza. 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (19101:2002) *Geographic Information – Reference Model* En: PENG, Zhong-Ren & TSOU, Ming-Hsiang. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. p. 268.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO / TC 211 *Geographic Information/Geomatics*. Disponible: <http://www.isotc211.org/> [Consulta: 19-08-2012]



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO / TC 211. Work Group 1. (1998). *Geographic Information – Part 1: Reference Model*. ISO/TC 211-N623. ISO/CD 15046-1.2 En: PENG, Zhong-Ren & TSOU, Ming-Hsiang. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO / TC 211 Geographic Information/Geomatics. (2010). *Guía de Normas. Edición en Español*. Grupo Consultivo de Desarrollo, ISO/TC 211. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Disponible en:  
[http://www.isotc211.org/Outreach/ISO\\_TC\\_211\\_Standards\\_Guide\\_Spanish.pdf](http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Spanish.pdf)  
[Consulta: 20-08-2012]

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO/TC 211. International Standard ISO/FDIS 19115. (2003). *Geographic Information – Metadata*. International Organization for Standardization, 2003. Disponible en: [www.cpii-idea.org/documentos/Metadatos/ModeloUML\\_ISO19115.doc](http://www.cpii-idea.org/documentos/Metadatos/ModeloUML_ISO19115.doc) pp.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (ISPRS). Disponible en: <http://www.isprs.org> [Consulta: 20-08-2012]

KEMP, Karen K.; Goodchild, Michael F. & Dodson, Rustin F. (1992). *Teaching GIS in geography*. The Professional Geographer. 1992, 44(2).

KENDALL, Kenneth E. & KENDALL Julie E. (2005). *Análisis y Diseño de Sistemas*. México: Prentice Hall.

KORTH. Henry F. y SILBERSCHATZ, Abraham. (1995). *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw-Hill.

KUPIEC, Julian (1993). *MURAX: A Robust Linguistic Approach for Question Answering Using an On-Line Encyclopedia*. Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR). pp. 181-190

LANCASTER, Frederick Wilfrid. (1968). *Information Retrieval Systems: Characteristics, Testing and Evaluation*. New York: John Wiley & Sons.

LARSON, Ray R. (1995). *Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing*. GIS and Libraries: 32nd Annual Clinic on Library Applications of Data Processing conference, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1995. Disponible en: [https://sherlock.ischool.berkeley.edu/geo\\_ir/PART1.html](https://sherlock.ischool.berkeley.edu/geo_ir/PART1.html) [Consulta: 18-08-2012].

LAUREL, Brenda. (1986). *Toward the design of a computer-based interactive fantasy system*. The Ohio State University [Tesis doctoral]. En: MARCOS MORA, María del Carmen. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Asturias: Trea.

LAURINI, Robert y THOMPSON, Derek. (1992). *Fundamentals of Spatial Information Systems*. New York: Academic Press.

LAWRENCE, G.S.; MATTHEWS, J.R. Y MILLER, C.E. (1983). *Cost and features of online catalogs: The state of the art*. Information Technology and Libraries, 2(4). Dec. 1983. En: MARTÍNEZ ARELLANO, Felipe. (1997). *Impacto del uso de un catálogo en línea en una biblioteca universitaria*. México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas.

LAZARSFELD, Paul. F. (1958). *Evidence and inference in social research*. Daedalus, 87. pp 120-121. En: CEA D'ANCONA, Ma. Ángeles. (2010). *Métodos de Encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora*. Madrid: Síntesis.

LILLO JOVER, J. (1993). *Psicología de la percepción*. Madrid: Debate.

LÓPEZ, Carlos. *Los 10 componentes básicos del buen servicio*. Gestipolis, 2001. Disponible en:

<http://www.gestipolis.com/canales/demarketing/articulos/no13/10componentes.htm> [Consulta: 20-08-2012]

LÓPEZ YEPES, Alfonso; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Rodrigo; PÉREZ AGÜERA, José Ramón. (2005). *Agentes de Información*. Revista de Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información. Vol. 19, no. 39. México, 2005.

LÓPEZ YEPES, José. (1978). *Nuevos estudios de Documentación: el proceso documental en las ciencias de la comunicación social*. Madrid: Instituto Nacional de Publicidad.

LÓPEZ YEPES, José. (1990). *¿Qué es la Documentación?*. En: LÓPEZ YEPES, José. (comp). *Fundamentos de información y documentación*. Madrid: EUDOMA.

MADDISON, Richard. N. (1983). *Information System Methodologies*. Wiley Henden. En CATALDI, Zulma; LAGE, Fernando; PESSACQ, Raúl y GARCÍA, Ramón. *Ingeniería de Software Educativo*. Disponible en: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/c-icie99-ingenieriasoftwareeducativo.pdf> [Consulta: 21/08/2012]

MADRIGAL URIBE, Delfino y PINEDA JAIMES, Noel Bonfilio. (2011). *La innovación geotecnológica como soporte para la toma de decisiones en el desarrollo territorial*. Toluca, México: Universidad Autónoma del estado de México (UAEMex).

MAGAN WALLS, José Antonio. (2004). *Tratado Básico de Biblioteconomía*. Quinta Edición. Madrid: Editorial Complutense. Disponible en: <http://goo.gl/BhU2y> [Consulta: 21-08-2012]

MAGUIRE, David J.; GOODCHILD, Michael F. & RHIND, David W. (1991). *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

MARCOS MORA, María del Carmen. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Asturias: Trea.

MARTÍNEZ ARELLANO, Felipe. (1997). *Impacto del uso de un catálogo en línea en una biblioteca universitaria*. México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas.

MARTÍNEZ COMECHE, Juan Antonio. (1995). *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Madrid: Síntesis.

MARTÍNEZ COMECHE, Juan Antonio; LÓPEZ YEPES, José.; ROS GARCÍA, José. (2004). *Inteligencia Artificial y recuperación de información, en Estudios de Biblioteconomía y Documentación. Homenaje a la profesora María Rosa Garrido Arilla*. Madrid: Ed. Peninsular.

MARTINS, Bruno; SILVA, Mário J.; SILVEIRA-CHAVES. Marcirio. (2005). *Challenges and Resources for Evaluating Geographical IR*. Universidad de Lisboa. Disponible en: <http://xldb.lasige.di.fc.ul.pt/xldb/publications/grease-evaluation.pdf> [Consulta: 18-08-2012].

MASLOW, Abraham. (1985). *El hombre autorrealizado: hacia una psicología del ser*. Buenos Aires: Troquel.

MATURANA, Humberto y VARELA, Francisco. (1984). *El árbol del conocimiento*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. En MUREIRA CID, Fernando. *Tratado Ontológico Humano*. Revista Electrónica de Psicología Iztacala. Vol. 12 No. 3. Septiembre de 2009. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2009. Disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx/carreras/psicologia/psiclin/vol12num3/Art10Vol12No3.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

MCKENZIE, Donald Francis. (1985). *Bibliography and the Sociology of Texts*. The Panizzi Lectures. Londres: The British Library. En: HARLEY, John Brian. (2005). *La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía*. México: Fondo de Cultura Económica (Tezontle).

MOLDES, F.Javier. (1995). *Tecnología de los Sistemas de información geográfica*. Madrid: RA-MA.

MOLES, Abraham. (1976). *Teoría de la información y percepción estética*. Madrid: Júcar.

MORIN, Edgar (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

MORRA, Linda G. y FRIENDLANDER Amy C. (2001). *Evaluaciones mediante el estudio de caso*. Departamento de Evaluación de Operaciones del Banco Mundial. Washington, D.C., 2001. Disponible en: [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ESTUDIO\\_CASOS/0950.pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ESTUDIO_CASOS/0950.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

NAREDO, José Manuel. (1992). *Los cambios en la idea de naturaleza y su incidencia en el pensamiento económico actual*. Información Comercial Española, núm. 711 de noviembre de 1992. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid. En: VAN

HAUDERMEIREN, Saar. (1998). *Manual de economía ecológica*. Santiago de Chile: Instituto de ecología política. pp. 97.

NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (NGCIA)  
Disponible en: <http://www.ncgia.ucsb.edu/> [Consulta: 20-08-2012]

NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (NGCIA/1990). *The NCGIA Core Curriculum in GIS*. Disponible en: <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/core.html> [Consulta: 20-08-2012]

NATIONAL GEODETIC SURVEY. Disponible en: <http://www.ngs.noaa.gov/GPS/GPS.html> [Consulta: 20-08-2012]

NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATICS (NTCIR). Disponible en: <http://research.nii.ac.jp/ntcir/index-en.html> [Consulta: 18-08-2012]

NEBERT, Douglas; WHITESIDE, AAriss & PANAGIOTIS, (Peter) Vretanos. (2007). *OpenGIS Implementation Specification Version 2.0.2*. Open Geospatial Consortium (OGC), 2007. Disponible en: [https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license\\_agreement.php?suppressHeaders=0&access\\_license\\_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact\\_id=20555](https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=20555) [Consulta: 20-08-2012]

NEGROPONTE, Nicholas. (1995). *El mundo Digital (Being digital)*. Barcelona: Ediciones B, S.A. de C.V. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/50946/Nicholas-Negroponte-El-mundo-digital> [Consulta: 20-08-2012]

NORTON, Peter. (2000). *Introducción a la computación*. México: McGraw-Hill.

NWANA, Hyacinth S. (1996). *Software Agents: An Overview*. Knowledge Engineering Review, Vol. 11, No 3, pp.1-40, Sept 1996. Cambridge University Press. Disponible en: <http://agents.umbc.edu/introduction/ao/> [Consulta: 21-08-2012].

OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL (OPTI, s/f). *El futuro de los medios de comunicación ante el impacto de las nuevas tecnologías*. España. Disponible en: <http://www.opti.org/publicaciones/pdf/resumen33.pdf> [Consulta: 21-08-2012].

OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ASUNTOS DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE (OOSA, 2006). *Soluciones Espaciales a los problemas del mundo*. Austria. V.06-57192. Disponible en: <http://www.uncosa.unvienna.org/pdf/reports/IAM2006S.pdf> [Consulta: 20-08-2012].

ONG, Walter J. (1995). *Orality & Literacy: The Technologizing of the World*. Londres: Routledge.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC). Disponible en: <http://www.opengeospatial.org> [Consulta: 19-08-2012]

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC, 1998). *The OpenGIS Specification Model - Topic 11: Metadata, Version 3.1*. Open GIS Consortium, Inc. Document Number: 98-111r2.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC, 1999). *The OpenGIS Abstract Specification. Topic 11: Metadata. Version 4*. Open GIS Consortium, Inc. Disponible en: [ftp://ftp.co.kootenai.id.us/gisdata/Metadata/Metadata\\_Support/Documents/Open%20GIS%20Metadata.pdf](ftp://ftp.co.kootenai.id.us/gisdata/Metadata/Metadata_Support/Documents/Open%20GIS%20Metadata.pdf) [Consulta: 20-08-2012]

OPEN GIS CONSORTIUM (OGC, 2001). *The OpenGIS Abstract Specification Topic 11: OpenGIS (tm) Metadata (ISO/TC 211 DIS 19115) Version 5*. Disponible en: <http://vgekl.njnu.edu.cn/dlxxxtyl/upload/file/pdf/OpenGIS/18.pdf> [Consulta: 20-08-2012]

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC, 2001). *OpenGIS Web Map Server Interfaces Implementation Specification*. Revision 1.1.0 Wayland, Massachusetts. En:.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC, 2005). *OGC Abstract Specifications. Version 5*. Open Geospatial Consortium. Wayland, Massachusetts. Disponible en: <http://www.opengeospatial.org/standards/as> [Consulta: 19-08-2012].

OPEN SOURCE INITIATIVE. Disponible en: <http://www.opensource.org> [Consulta: 21-08-2012]

ORELLANA, Daniel y BALLARI, Daniela. (2009). *La GeoWeb y su evolución: Un marco de análisis en tres dimensiones*. Universidad Verdad. Revista de la Universidad

de Azuay. No. 49. Agosto de 2009. pp. 25-52. Disponible en: [http://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/publicaciones/UV-49\\_Geomatica.pdf](http://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/publicaciones/UV-49_Geomatica.pdf) [Consulta: 21-08-2012]

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE). Disponible en: <http://www.oecd.org> [Consulta: 15-08-2012]

OROZCO Y BERRA, Manuel. (1871). *Materiales para una cartografía mexicana*. México: Sociedad de Geografía y Estadística. En: CONTRERAS SERVÍN, Carlos. (2009). *La cartografía indígena como testimonio de la identidad territorial de las culturas prehispánicas*. Boletín de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica. Vol 2. Núm 3. Septiembre-Diciembre de 2009. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/BoletinSNEIG/2010/Bsnieg14\\_d.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/BoletinSNEIG/2010/Bsnieg14_d.pdf) [Consulta: 20-08-2012].

OZ, Effy. (2008). *Administración de los Sistemas de información*. México: Cengage Learning Editores, S.A..

PARKER, H. Dennison (1988). *The Unique Qualities of a Geographic Information System: A Commentary*. En: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volume 54, No. 11, pp. 1547-1549.

PENG, Zhong-Ren & TSOU, Ming-Hsiang. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

PEREA ORTEGA, José Manuel; GARCÍA VEGA, Manuel; GARCÍA CUMBRERAS, Miguel Ángel y UREÑA LÓPEZ, L. Alfonso. (2008). *Sistemas de recuperación de información geográfica multilingües en CLEF*. Procesamiento del Lenguaje Natural Revista nº 40, marzo de 2008. pp. 129-136. Disponible en: <http://www.sepln.org/revistaSEPLN/revista/40/19p24.pdf> [Consulta: 18-08-2012].

PIAGET, Jean y GARCÍA, Rolando. (1998). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI.

PIEDRAS, Ernesto y HERNÁNDEZ Carlos. (2012). *Política pública Integral para las TIC*. The Competitive Intelligence Unit (CIU). Disponible en: [http://www.the-ciu.net/nwsltr/046\\_1Distro.html](http://www.the-ciu.net/nwsltr/046_1Distro.html) [Consulta: 15-09-2012]

PINTO MOLINA, María. (1992). *El resumen documental: principios y métodos*. Madrid: Pirámide.

PONJUÁN DANTE, Gloria. (1998). *Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

PONJUÁN DANTE, Gloria. (2004). *Gestión de información: Dimensiones e implementación para el éxito organizacional*. Rosario, Santa Fé, Argentina: Nuevo Paradigma.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD, 2011). *Informe sobre Desarrollo Humano 2011*. Nueva York. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/> [Consulta: 15-08-2012]

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD, 2001). *Informe sobre Desarrollo Humano México 2011*. Oficina de Investigación en Desarrollo Humano del PNUD, México. Disponible en: [http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Mexico/Mexico\\_NHDR\\_2011.pdf](http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Mexico/Mexico_NHDR_2011.pdf) [Consulta: 15-08-2012]

PROYECTO CENTROAMERICANO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (PROCIG). *Encuestas sobre el estado de las Infraestructuras Nacionales de Información Geográfica en América Latina*. Disponible en: <http://www.procig.org/esp/inde-encuesta-la.htm> [Consulta: 18-08-2012].

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima segunda edición. Disponible en: <http://www.rae.es/drae/> [Consulta: 14-08-2012]

RIGAUX, Philippe; SCHOLL, Michel & VOISARD, Agnes. (2002). *Spatial Databases with application to GIS*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann / Elsevier.



RIOS REYES, Amilcar. (1999). *Cultura Organizacional*. Disponible en: [http://www.geocities.com/amirhali/\\_fpclass/cultura\\_organizacional.htm](http://www.geocities.com/amirhali/_fpclass/cultura_organizacional.htm) [Consulta: 21-08-2012].

ROCA JUSMET, Jordi. (2000). *La Economía, la Ecología y la Crisis de la Economía convencional*. Universidad de Barcelona. En: Medina, M. y Kwiatkowska, T. (eds.). (2000). *Ciencia, Tecnología /Naturaleza, Cultura en el siglo XXI*. Barcelona: Anthropos. Disponible en: <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/jordiroca.htm> [Consulta: 21-08-2012]

RORTY, Richard McKay (1982). *Hermeneutics, General Studies and Teaching*. Synergos: Selected Papers from the Synergos Seminars. En: BRUFFEE, K.A. (1984). *Collaborative Learning and the "Conversation of Mankind"*. College English, Vol. 46, No. 7. p. 647

ROS GARCÍA, José. (1994). *Documentación general. Sistemas, redes y centros*. Madrid: Síntesis.

ROWLEY, Jennifer. (1998). *Draft Business Case for the Harmonisation between ISO/TC 211 and OpenGis Consortium, Inc*. Resolution 47. ISO/TC 211-N472 En: PENG, Zhong-Ren & TSOU, Ming-Hsiang. (2003). *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and wireless networks*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

RUSSELL, Stuart J. *Inteligencia Artificial: un enfoque moderno*. (1996). México: Prentice - Hall.

SALTON, Gerard. and MCGILL, Michael J. (1983). *Introduction to Modern Information Retrieval*. New York: McGraw-Hill.

SAMPEDRO, José Luis y MARTÍNEZ CORTIÑA, R. (1975). *Estructura Económica. Teoría básica y estructura mundial*. Barcelona: Ariel. En: HIDALGO CAPITÁN, Antonio Luis. *El cambio estructural del sistema socioeconómico costarricense desde una perspectiva compleja y evolutiva*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis/alhc/index.htm> [Consulta: 21-08-2012]

SANTERRE, Rock & BOURGON, Stéphanie. *Cronología de la Geomática*. Disponible en: [http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Histo/GMT/histoGMT\\_p13.htm](http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Histo/GMT/histoGMT_p13.htm) [Consulta: 20-08-2012].

SANTOS, René. (2009). *Sistema Nacional Interactivo de Información Geográfica, Epidemiológica y de Riesgos a la Salud (SINIIGERSA)*. 13 Congreso de Investigación en Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México. Marzo de 2009. Disponible en: [http://www.insp.mx/insp/carga/archivos/congisp2009/rene\\_santos.pdf](http://www.insp.mx/insp/carga/archivos/congisp2009/rene_santos.pdf) [Consulta: 20-08-2012]

SAUCEDO R.; MACÍAS J.L.; SHERIDAN M.F.; BURSIK M. Y KOMOROWSKI J.C. (2005). *Modeling of pyroclastic flows of Colima Volcano, Mexico- Implications for hazard assessment*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 139, pp. 103-115.

SAUSSURE, Ferdinand De. (1980). *Curso de lingüística general*. Trad. Castellana y notas de Mauro Armiño. Madrid, Akal. En: MARTÍNEZ COMECHE, J.A. (1995). *Teoría de la información documental y de las instituciones documentales*. Madrid: Síntesis.

SCHWERING, Angela; WAGNER, Roland M. & SCHNEIDER, Bernd. (2003). *A Geographic Search - Ways to Structure Information on the Web*. 6th AGILE Conference on Geographic Information Science (2003), pp. 577-585. Disponible en: [http://ifgi.uni-muenster.de/~eidueidu/schwering\\_AGILE03.pdf](http://ifgi.uni-muenster.de/~eidueidu/schwering_AGILE03.pdf) [Consulta: 18-08-2012].

SEGUINOT BARBOSA, José; SANDOZ VERA, Betzaida y BONKOSKY MEDINA, Michelle. (2007). *Aspectos Legales de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el desarrollo sostenible en Puerto Rico*. Revista Jurídica de LexJuris de Puerto Rico. Vol. 10, Febrero de 2007, Núm. 1. Disponible en: <http://www.lexjuris.com/revista/opcion1/2007/Aspectos%20Legales%20del%20SIG.htm> [Consulta: 20-08-2012].

SENGE, Peter M. (2005). *La quinta disciplina: cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. España: Granica.

SENN, James A. (1990). *Sistemas de información para la Administración*. México: Grupo Editorial Iberoamericana.

SEÑORIÑO, Orlanda y BONINO, Sebastián. (2002). *Instituciones educativas: las definiciones de la indefinición*. Revista Iberoamericana de Educación. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/332Senoriino.pdf> [Consulta: 21-08-2011]

SCHNEIDERMAN, Ben. (1980). *Software psychology: human factors in computer and information systems*. Cambridge, MA: Winthrop. En: MARCOS MORA, María del Carmen. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Asturias: Trea.

SCHWARZ, Cristina (2009). *Gestión del Cambio (presentación)*. San Luis Potosí, México.

SOTO BALBÓN, María Aurora y BARRIOS FERNÁNDEZ, Norma M. (2006). *Gestión del conocimiento. Parte I. Revisión crítica del estado del arte*. Revista ACIMED v.14, no. 2. (marzo – abril de 2006). Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14\\_2\\_06/aci04206.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_2_06/aci04206.pdf) [Consulta: 19-08-2012]

SMITH, Nicholas S. (1987). *Data models and data structures for Ordnance Survey*. Proceedings of the Ordnance Survey (SORSA) Symposium, Durham, May 1987.

SPECIAL INTEREST GROUP ON INFORMATION RETRIEVAL (SIGIR). Disponible en: <http://www.sigir.org/> [Consulta: 18-08-2012]

STAKE, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ed. Morata.

STAR, Jeffrey y ESTES, John. (1990). *Geographic Information Systems: An introduction*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

SVARZMAN, José H. y CORDERO, Silvia. (2007). *Hacer geografía en la escuela: reflexiones y aportes para el trabajo en el aula*. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.

TANENBAUM, Andrew S. y VAN STEEN, Maarten. (2008). *Sistemas Distribuidos, Principios y Paradigmas*. México: Pearson Education.

TEXT RETRIEVAL CONFERENCE (TREC). Disponible en: <http://trec.nist.gov/> [Consulta: 18-08-2012]

TOFFLER, Alvin. (1980). *La Tercera Ola*. Barcelona: Plaza & Janes. S.A. Disponible en:  
<http://www.frrg.utn.edu.ar/frrg/apuntes/cmasala/La%20Tercera%20Ola%20Toffler.pdf>  
[Consulta: 21-08-2012]

TOURAINÉ, Alain. (1984). *Le Retour de l'acteur. Essai de sociologie*, Paris: Fayard.  
En: documento electrónico de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. *Actores sociales*. Disponible en:  
[http://cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/Actoressociales\\_.doc](http://cursos.fadu.uba.ar/cursos/004/Actoressociales_.doc) [Consulta: 21-08-2012].

TRAMULLAS SAZ, Jesús y OLVERA LOBO, Ma. Dolores. (2004). *Recuperación de la información en Internet*. Madrid: RA-MA Editorial.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) / GRID-Arendal (2008). *Acid rain in Europe*. En: Arendal Maps and Graphics Library. Disponible en  
[http://maps.grida.no/go/graphic/acid\\_rain\\_in\\_europe](http://maps.grida.no/go/graphic/acid_rain_in_europe) [Consulta: 21-08-2012]

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA, 1989). *Geographic Information System Handbook*. Disponible en:  
<http://www.epa.gov/nscep/index.html> [Consulta: 20-08-2012]

VALLE RODRÍGUEZ, Federico. (1978). *Educación y Productividad*. Revista de la Educación Superior. Vol. VII, Número 1, Enero-Marzo de 1978. ANUIES. Disponible en:  
[http://www.anui.es.mx/servicios/p\\_anui.es/publicaciones/revsup/res025/txt1.htm](http://www.anui.es.mx/servicios/p_anui.es/publicaciones/revsup/res025/txt1.htm)  
[Consulta: 21-08-2012]

VALLES MARTÍNEZ, Miguel. S. (2003). *Técnicas cualitativas e Investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Madrid: Síntesis.

VAN RIJSBERGEN, Cornelis Joost. (1979) *Information Retrieval*. London: Butterworths. Disponible en: <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html> [Consulta: 20-08-2012]

VARELA, Francisco J. (1990). *Conocer: las ciencias cognitivas, tendencias y perspectivas*. Barcelona: Gedisa.

VILLASALERO DÍAZ, Manuel. (2008). *Teoría de la Organización Contemporánea (presentación)*. Universidad de Castilla La Mancha. Disponible en: <http://www.inf-cr.uclm.es/www/mvillasalero/asignaturasceup/ode/tema03.pdf> [Consulta: 21-08-2012]

WASHINGTON DEPARTMENT OF ECOLOGY (2008). *Southwest Washington Coastal Erosion Study*. Disponible en: <http://www.ecy.wa.gov/programs/sea/swces/index.htm> [Consulta: 21-08-2012]

WERLICH, Egon. (1976). *A Text grammar of English*, Heidelberg: Quelle & Meyer.

WHITTEN, Jeffrey L.; BENTLEY, Lonnie D. & BARLOW, V.M. (1996). *Análisis y Diseño de Sistemas de información*. Madrid: Irwin.

WHEATLEY, David & GILLINGS, Mark. (2002). *Spatial Technology and Archaeology*. New York: Taylor & Francis.

WIKIPEDIA. Disponible en: <http://es.wikipedia.org> [Consulta: 18-08-2012]

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). Disponible en: <http://www.w3.org/> [Consulta: 21-08-2012]

YIN, R. K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Applied Social Research Methods Series, London: SAGE.

## Glosario

<b>Acceso físico a la información</b>	Es el que concierne a cómo la información demandada es recuperada y representada de forma física al usuario. Tiene que ver con la manera que un sistema de recuperación de información encuentra dicha información, o indica ciertas directrices al usuario sobre cómo localizarla, una vez que le proporciona su dirección. Ver también <i>Acceso lógico a la información</i> .
<b>Acceso lógico a la información</b>	Está relacionado con la localización de la información deseada, con la relevancia del objeto localizado con una determinada petición de información. Ver también <i>Acceso Físico a la información</i> .
<b>Agentes inteligentes</b>	Es un programa especialmente concebido para realizar ciertas tareas de manera autónoma en una red, por encargo de un usuario.
<b>Agrupamiento de documentos</b>	Véase Clustering.
<b>Altimetría</b>	Altura del terreno diferenciado por la representación de curvas de nivel y cotas.
<b>Altitud</b>	Altura en metros, con relación al nivel medio del mar.
<b>Arquitectura cliente-servidor</b>	Véase Modelo cliente-servidor
<b>Atmósfera</b>	La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra, con una altitud estimada superior a los 1.000 km. En su composición intervienen gran variedad de gases; los más importantes son el oxígeno y el nitrógeno que, conjuntamente, constituyen prácticamente el 99% de su volumen, dentro de lo que comúnmente se conoce como "aire".
<b>Atributo</b>	Es una propiedad de los objetos, la cual describe características geométricas, topológicas u otras. Es una característica que califica y describe un aspecto de un objeto.
<b>Banda espectral</b>	Un rango de valores de longitudes de onda del espectro electromagnético con comportamientos similares.
<b>Biodiversidad</b>	La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

<b>Browser (Navegador)</b>	<p>Aplicación para visualizar todo tipo de información y navegar por el espacio Internet. En su forma más básica son aplicaciones hipertexto que facilitan la navegación por los servidores de información Internet; cuentan con funcionalidades plenamente multimedia y permiten indistintamente la navegación por servidores WWW, FTP, el acceso a grupos de noticias, la gestión del correo electrónico, etc. Los más extendidos actualmente son Microsoft Internet Explorer y Mozilla.</p>
<b>Canevá</b>	<p>Es una red de líneas que representan paralelos de latitud y meridianos de longitud geográfica, y que se muestran en el cuerpo de la cartografía, y a veces por subdivisiones de las líneas del marco o límite de la cartografía.</p> <p>Normalmente las líneas del canevá se muestran mediante líneas continuas, sin embargo también pueden representarse mediante puntos pequeños igualmente espaciados.</p> <p>En escalas cartográficas medias y grandes la gradícula geográfica puede representarse también mediante símbolos en forma de cruz.</p> <p>Los valores de los paralelos y meridianos son indicados sobre el límite del formato cartográfico.</p>
<b>Carta topográfica</b>	<p>Mapa o carta que conforme a los procesos de producción aplicados por el INEGI se obtiene a partir de fotografías aéreas, levantamientos geodésicos, clasificación de detalles y captación de toponimia en campo, además de procesos fotogramétricos y de edición y reproducción. Suele llamársele también carta fotogramétrica. Se distingue de las cartas o mapas planimétricos por contener información sobre el relieve del terreno.</p>
<b>Carta topográfica 1:50 000 con marco geoestadístico</b>	<p>Representación gráfica de una superficie del terreno de aproximadamente 1,000 Km. cuadrado, representado en forma analógica en una hoja de 86 x 63 cm.; que representa la información del MGM, en sus niveles de desagregación (Estatad, Municipal y Básico), además contiene las características más relevantes del terreno (barrancas, cerros, llanuras, depresiones, mesetas o sierras); y los detalles hidrográficos (ríos, arroyos, lagunas, lagos, manantiales, presas, bordos, mares, océanos, golfos y bahías); las localidades urbanas y rurales, los rasgos culturales (escuelas, iglesias, hospitales y cementerios); vías de comunicación (autopistas, carreteras federales, estatales y vías de ferrocarril); líneas de conducción (telégrafo y eléctrica).</p> <p>Los conjuntos de datos y los mapas impresos de escala 1:50 000 se presentan en formato de 15' de latitud por 20' de longitud.</p>

<b>Carta topográfica 1:250.000</b>	Se presentan en formato de 1° de latitud por 2° de longitud, cada una identificada con la clave de la "faja" y de la "zona", más el dígito correspondiente del uno al doce, para así ubicar de manera única a cada conjunto, por ejemplo G1312.
<b>Carta topográfica 1:100.000</b>	Para los conjuntos de datos escala 1:1 000 000 con formato de 4° de latitud por 6° de longitud, la nomenclatura es la correspondiente a la letra de la "faja" y los dígitos de la "zona", ejemplo: "G13".
<b>Cartografía</b>	Disciplina que estudia los diferentes métodos o sistemas que permiten representar en un mapa una parte o la totalidad de la superficie terrestre.
<b>Cartografía de climas</b>	La representación en cartas de la información climática.
<b>Cartografía geoestadística o censal</b>	Conjunto de cartas, planos, croquis y catálogos en los que se encuentra representado el MGN y sirve para apoyar las actividades de planeación, ejecución, obtención y presentación de resultados de los censos y encuestas que el INEGI realiza.
<b>Cartografía topográfica básica</b>	Cualquiera que sea la escala de su levantamiento, aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida y se obtiene por procesos directos de medición y observación en el terreno y/o indirectos mediante levantamientos aéreos y de restitución fotogramétrica de la superficie terrestre.
<b>Cartografía topográfica derivada</b>	Es la que se forma por procesos de compilación, adición o generalización de la información topográfica contenida en la cartografía básica preexistente en una escala mayor.
<b>Catálogo de integración general de localidades o CIGEL</b>	Es la relación de las localidades urbanas y rurales que integran los municipios de cada entidad.
<b>Catálogo único homologado de claves de entidades federativas, municipios y localidades o Catálogo único</b>	Registro nacional de nombres y claves de los estados, municipios y localidades del país, que fueron consensuadas con los catálogos de las dependencias de la administración pública federal y que el INEGI actualiza de manera permanente.
<b>Clasificación climática o de climas</b>	División de los climas de la Tierra en un sistema mundial de regiones contiguas, cada una de las cuales está caracterizada por una homogeneidad relativa de los elementos climáticos. Las clasificaciones basadas en temperaturas y precipitaciones son las más abundantes.
<b>Clasificación de suelos</b>	Agrupamiento y sistematización de suelos en clases para su representación e interpretación adecuada. En función de sus propiedades geomorfológicas y químicas.



<b>Cliente</b>	<p>Un sistema, proceso o persona que solicita a otro sistema o proceso el préstamo de un servicio.</p> <p>Una estación de trabajo que solicita información a un servidor de datos, es un cliente de ese servidor.</p>
<b>Clima</b>	Síntesis de las condiciones meteorológicas correspondientes a un área dada, caracterizadas por las estadísticas basadas en un período largo de las variables referentes al estado de la atmósfera en dicha área.
<b>Clustering</b>	<p>Agrupamiento de documentos que satisfacen una serie de propiedades comunes o relacionados entre ellos.</p> <p>Clustering puede ser usado también para ampliar la consulta con nuevos términos índices relacionados.</p>
<b>Conferencias TREC</b>	Es un foro científico muy prestigioso en el campo de la recuperación de información, en donde se reúnen creadores de diferentes sistemas y comparan los resultados a través de diversas pruebas, previamente estandarizadas y acordadas.
<b>Conjunto de datos espaciales</b>	Totalidad de los datos que corresponden a un área geográfica con límites y escala determinados previamente. Estos datos son recopilados y almacenados de acuerdo con un conjunto de normas y especificaciones.
<b>Consulta</b>	Es la expresión de la necesidad de información que hace un usuario en el lenguaje proporcionado por el sistema de recuperación de información.
<b>Coordenadas</b>	Un conjunto de $n$ números que designan la posición de un punto en un espacio $n$ -dimensional
<b>Coordenadas geográficas</b>	Ángulos que determinan la posición de un punto o lugar. Sistema universal para la localización de puntos sobre la superficie terrestre. Se basa en un conjunto de anillos imaginarios que rodean a la esfera terrestre (paralelos y meridianos). Sus coordenadas se denominan Latitud y Longitud.
<b>Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator)</b>	Sistema mundial de coordenadas planas (coordenadas cartesianas), sobre la proyección UTM.
<b>Crawler</b>	Robot que recopila páginas web para el índice de los motores de búsqueda.
<b>Cuadrícula</b>	Sistema de coordenadas cartesianas rectangulares que se superponen con precisión y de manera consistente en los mapas, cartas y otras representaciones semejantes de la superficie de la Tierra que permite la identificación de la posición del terreno con respecto a otros sitios y el cálculo de la dirección y distancia a otros puntos.

<b>Cuadrícula UTM</b>	Es un sistema de líneas intersectadas en forma perpendicular, y representa un método de referencia cartesiano para definir posiciones sobre el terreno mediante distancias medidas sobre una superficie plana (plano cartográfico) que se asume corresponde a una porción sobre la superficie de la Tierra.
<b>Curva de nivel</b>	Línea curva en la cartografía y que representa igual cota de elevación del terreno.
<b>Dato</b>	Es la forma en cómo se representan los hechos y se organizan de acuerdo con reglas y convenciones para ello.
<b>Dato Climático</b>	Valor que describe cualitativamente o cuantitativamente una variable climática, que constituye la unidad básica y fuente principal del estudio y de las teorías del clima.
<b>Dato espacial</b>	Objeto o entidad que resulta de una abstracción del espacio geográfico real y que puede ser un rasgo natural, obra humana o alguna abstracción numérica derivada del tratamiento de cifras relacionadas con tal objeto o entidad. Su característica definitiva es la referencia espacial, en dos o tres dimensiones. En algunos caso se consideran sinónimos de dato espacial los siguientes términos: dato geográfico, dato geoespacial, entidad geográfica, objeto espacial, rasgo geográfico y demás que correspondan con esta definición.
<b>Datos espaciales básicos</b>	Son aquéllos que proporcionan la información temática que complementa a los datos espaciales fundamentales para obtener grupos de información completos, vinculados a un tema específico.
<b>Datos espaciales de valor agregado</b>	Conforman el resto de los datos espaciales; de interés muy específico, no son empleados por la mayoría de usuarios y productores.
<b>Datos espaciales fundamentales</b>	Son aquéllos que se declaran como los mínimos necesarios para que al sobreponer información temática se obtengan conjuntos de información coherentes y lógicos. Constituyen las referencias mínimas indispensables para una representación cartográfica coherente de la información.
<b>Datos geoestadísticos</b>	Son aquéllos ya procesados estadísticamente y referenciados a su espacio geográfico al menos a nivel municipal. Comprenden los censos permanentes previstos en la ley y demás estadísticas socioeconómicas de interés nacional.
<b>Datum</b>	Cualquier cantidad o conjunto de ellas que sirve como referencia para calcular otras.
<b>Descriptor</b>	Término retenido con objeto de llevar a cabo la indización de documentos. Pueden representar conceptos o combinaciones de conceptos y entidades individuales. Ver también Tesauro

<b>Diccionario de datos</b>	Son documentos normativos que están dedicados a establecer especificaciones a nivel de objetos espaciales. Describen cada objeto en términos de su definición, sus atributos, los dominios de valores permitidos para cada atributo, así como su representación espacial y las restricciones de integridad.
<b>Dimensiones mínimas</b>	Establecen el tamaño mínimo que debe tener un objeto espacial para ser incluido en el conjunto de datos. Las dimensiones mínimas se especifican en los diccionarios de datos.
<b>Directorio</b>	<p>Son listados de recursos organizados en categorías temáticas. Las categorías temáticas se organizan jerárquicamente en un árbol de materias que permite su consulta descendiendo desde los temas más generales a los más específicos.</p> <p>En un buscador web, las categorías presentan un listado de enlaces a las páginas referenciadas en éste y cada enlace incluye una breve descripción sobre su contenido.</p>
<b>Documento</b>	Es un mensaje informativo incorporado a un soporte, el cual tiene la capacidad de difusión, transmisión y conserva, siendo una fuente efectiva de información permanente, con un efecto multiplicador o potenciador de la información que contiene
<b>Documentos geográficos</b>	Son todos aquellos mensajes informativos que describen, analizan, registran o se encuentran relacionados con datos geográficos y que están incorporados a un soporte, cualquiera que este sea.
<b>Dublin Core Metadata Initiative</b>	Dublin Core es una iniciativa internacional dirigida a definir un conjunto básico de elementos para la recuperación de información en Internet. Ver también Metadatos.
<b>Ecología</b>	Es el estudio científico de las interacciones de los organismos con su medio ambiente, que determina la distribución y la abundancia de estos mismos organismos.
<b>Ecosistema</b>	La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
<b>Ecuación de búsqueda</b>	Expresión formal, en términos de un lenguaje de recuperación de información, de una necesidad de información determinada. Ver también Consulta
<b>Efectividad de la recuperación</b>	Medida sobre la precisión con las que los usuarios alcanzan los objetivos especificados. Se encuentra normalmente basada en la relevancia de los documentos recuperados, empleándose para representarla de forma general, la precisión, la exhaustividad y la tasa de error.

<b>Eficacia en la ejecución</b>	Es la medida del tiempo que toma un Sistema de recuperación de información para realizar una operación. Este parámetro ha sido siempre la preocupación principal en este tipo de sistemas, pues un largo tiempo de recuperación interfiere con su utilidad, llegando a alejar a los usuarios del mismo.
<b>Escala</b>	Expresión numérica que muestra la relación que existe entre las dimensiones reales de un objeto en el terreno, y su dimensión en un mapa.
<b>Escaneo o digitalización de fotografías aéreas</b>	Transformación de fotografías aéreas a imágenes digitales en formato raster sin sacrificar la exactitud métrica.
<b>Estándar</b>	El término estándar, de origen inglés, tiene como significado primario moderno "lo que es establecido por la autoridad, la costumbre o el consentimiento general", en este sentido se utiliza como sinónimo de norma.
<b>Estructura raster</b>	Estructura digital de datos espaciales en la que se asocia un valor de atributo a cada posición y en la que estas posiciones se encuentran distribuidas de forma regular.
<b>Equidistancia entre curvas de nivel</b>	Diferencia de altitud establecida entre curvas de nivel sucesivas en un mapa.
<b>Escala cartográfica</b>	Relación de reducción entre una distancia cualquiera medida sobre el mapa y la correspondiente distancia medida sobre el terreno.
<b>Escala de representación</b>	Escala cartográfica definida para representar la información cartográfica.
<b>Escala numérica</b>	Escala de un mapa expresada como fracción o razón que correlaciona la unidad de distancia en el mapa con la distancia que le corresponde en la misma unidad en el terreno.
<b>Escala gráfica</b>	Línea graduada, mediante la cual las distancias en el mapa se pueden medir en términos de distancia en el terreno.
<b>Factor de impacto</b>	Es la diferencia entre el número de enlaces recibidos, o bien efectuando el cociente entre enlaces particulares y los enlaces recibidos.
<b>Formato cartográfico</b>	Es el área geográfica o espacio total de representación de la información topográfica, mismo que es delimitado por el marco interno (Marco de Canevá).
<b>Fotogrametría</b>	Tiene por objeto la representación planimétrica y altimétrica del terreno por medio de fotografías de este, convenientemente obtenidas.

<b>Fotografía multiespectral</b>	Fotografía tomada con una cámara multiespectral o con un ensamble de varias cámaras con distintos filtros para cubrir distintas porciones del espectro visible y de la región infrarroja cercana.
<b>Fotointerpretación</b>	Técnica de estudio y análisis de fotografías aéreas. Interpretación de la superficie del terreno a partir de fotografías.
<b>Generalización cartográfica</b>	Consiste en la clasificación y simplificación de la información, distinguiendo entre lo esencial y lo no esencial, conservando lo útil y abandonando lo dispensable para producir cartografía claramente legible e interpretable.
<b>Geodesia</b>	Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma, dimensiones y campo de la gravedad de la Tierra.
<b>Geología</b>	Ciencia que trata de la forma exterior e interior del globo terrestre; de la naturaleza de las materias que lo componen y de su formación; de los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen, de la colocación que tienen en su actual estado y de los efectos o agentes que la alteran.
<b>Geomática</b>	Integración sistémica de algunas técnicas y metodologías como levantamiento de datos, posicionamiento global, percepción remota (teledetección), fotogrametría, cartografía automatizada y Sistemas de información geográfica que permiten la adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada.
<b>Geomorfología</b>	Estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes. El término suele aplicarse a los orígenes y a la morfología dinámica (cambio de la estructura y de la forma) de las superficies de la Tierra, pero abarca también la morfología del fondo marino y el análisis de terrenos extraterrestres. Incluida a veces en el campo de la geografía física, la geomorfología es el estudio del aspecto geológico del terreno visible. Esta ciencia se ha desarrollado de dos formas distintas que unidas ofrecen una explicación completa de la forma de los paisajes.
<b>Georreferenciación</b>	Conjunto de actividades u operaciones, destinadas a establecer la ubicación de puntos, conjunto de puntos o de información geográfica en general, con relación a un determinado sistema de referencia terrestre.
<b>Georreferencia de una imagen</b>	Proceso mediante el cual los renglones y columnas que componen una imagen digital están alineados con el Norte y el Este de un sistema de coordenadas terrestres.
<b>Gestión</b>	Realización de las acciones oportunas para conseguir el logro de un asunto.

<b>Gestión de la información</b>	Es el proceso que tiene como fin controlar, almacenar y, posteriormente, recuperar adecuadamente la información producida, recibida o retenida por cualquier organización en el desarrollo de sus actividades
<b>Gradícula</b>	Retículado representado por líneas geográficas a base de paralelos y meridianos en la proyección de un mapa.
<b>GUI (Graphical User Interface)</b>	Ver Interfaz de usuario
<b>Hidrogeografía</b>	Estudia las aguas como parte del espacio natural en sus maneras de manifestarse, las estructuras espaciales que las constituyen, las fuerzas inherentes a ellas y sus efectos, sus prestaciones y aprovechamientos, así como el aspecto genético-temporal.
<b>Hidrogeología</b>	Rama de la hidrología que trata de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta las condiciones geológicas.
<b>Hidrografía</b>	Elementos naturales y artificiales referidos a patrones generales de drenaje como, ríos, arroyos, canales, bordos, presas, lagunas, esteros, zonas sujetas a inundación, cajas de agua, etc.
<b>Hidrología</b>	Ciencia que estudia las aguas terrestres, su origen, movimiento, distribución en nuestro planeta, propiedades físicas y químicas, interacción en el medio ambiente físico y biológico e influencia en las actividades humanas.
<b>Hidrología subterránea</b>	Rama de la hidrología que trata de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta las condiciones geológicas.
<b>Hidrología superficial</b>	Rama de la hidrología que estudia los fenómenos y procesos hidrológicos que se producen en la superficie terrestre, en especial los flujos terrestres.
<b>Hipertexto</b>	Es un sistema de presentación no secuencial de la información, el cual consiste en piezas de texto o de otro tipo de objetos digitales con posibilidades de establecer relaciones con otros textos, imágenes o documentos de diferentes tipos, teniendo la posibilidad de navegar entre las diferentes ligaduras que se establezcan. Ver también World Wide Web
<b>HTML</b> (Hyper Text Markup Language- Lenguaje de Marcado de Hipertexto)	Es el lenguaje predominante para la elaboración de páginas web, las cuales se acceden a través de navegadores o browsers de internet.

<b>HTTP</b> (HyperText Transfer Protocol- Protocolo de transferencia de Hipertexto)	Es el protocolo utilizado en las transacciones entre servidores y navegadores web.
<b>Imagen digital</b>	Es una interpretación pictórica compatible con un equipo de cómputo en la cual la imagen está dividida en un teselado muy fino o píxeles, estructurado en renglones y columnas a los que se les asigna un valor, lo anterior corresponde a una estructura raster.
<b>Imágenes de percepción remota</b>	Son los datos obtenidos por procedimientos fotográficos o de detección electrónica y que permiten elaborar imágenes que son una expresión fiel de la realidad.
<b>Índice</b>	Ver Directorio.
<b>Información</b>	Es resultado de un proceso interpretativo y analítico de datos, realizado por una persona que los considera novedosos o relevantes, originando con ello un nuevo conocimiento que relaciona e incorpora a su estructura de conocimientos previos y los utiliza con un fin.
<b>Información catastral</b>	Es la información captada y administrada por los catastros. Para fines del Registro Nacional de Información Catastral únicamente son de interés los atributos básicos definidos en el marco de este Registro, mismos que permiten identificar, localizar y descubrir los predios.
<b>Información climática</b>	Conjunto de datos, símbolos y representaciones organizados para conocer y estudiar fenómenos climáticos.
<b>Información de división territorial</b>	Es la información generada y administrada por las dependencias federales, estatales y municipales, así como por las correspondientes al sector académico. Para fines del Registro Nacional de División Territorial (RNDT), son de interés los atributos definidos en el marco de este Registro, mismos que permiten identificar, ubicar y describir la división territorial del país.
<b>Información geográfica</b>	Es un tipo de información que hace referencia a datos, símbolos y representaciones de objetos o elementos espacialmente referenciados, a través de los cuales es posible conocer y estudiar las condiciones ambientales y físicas del territorio, la infraestructura, los recursos naturales, lo que ocurre en una zona, entre otras.

<b>Informática</b>	Es la disciplina que se encarga del tratamiento sistemático y racional de la información mediante el procesamiento electrónico de datos.
<b>Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana (IDeMeX)</b>	Conjunto de recursos, normas, tecnologías, políticas, marco legal, administrativo y organizacional necesarios para la efectiva creación, recopilación, manejo, acceso, distribución, compartición y uso de datos espaciales propuesta en México.
<b>Integración territorial</b>	Es el conjunto de localidades urbanas y rurales del territorio nacional, contenidas en el Marco Geoestadístico.
<b>Interdisciplinar</b>	Conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada.
<b>Interfaz de usuario</b>	Componente de una aplicación informática que el usuario visualiza y a través de la cual opera con ella. Está formada por ventanas, botones, menús e iconos, entre otros elementos. Conlleva dos perspectivas: la interface que el sistema dispone para que el usuario exprese sus necesidades de información, la interface de consulta; y la interface de respuesta que dispone el sistema para mostrar al usuario el resultado de su operación de búsqueda.
<b>Internet</b>	Es una red mundial que interconecta a millones de usuarios a través de la familia de protocolos de comunicación denominada TCP/IP. Ver también World Wide Web.
<b>Latitud geodésica o latitud</b>	Ángulo que la normal al elipsoide en un punto forma con el plano del ecuador, positivo si está dirigido hacia el norte.
<b>Línea de corte o marcas de Corte</b>	Son registros, o líneas que se trazan en los bordes de la cartografía y que definen el límite del papel.
<b>Límites</b>	Son los datos que permiten trazar las demarcaciones de todo tipo: político-administrativas, de regiones naturales o sociales, línea de costa y otros. Proporcionan un marco de referencia para la información geográfica.
<b>Límite geoestadístico</b>	Línea divisoria convencional, exclusiva del Marco geoestadístico nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, la cual se apega en la medida de lo posible, a los límites político-administrativos.  Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre, líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos).



<b>Localidad</b>	Es todo el lugar ocupado con una o más edificaciones utilizadas como viviendas, las cuales pueden estar habitadas o no, este lugar es reconocido por un nombre dado por la ley o la costumbre.
<b>Localidad rural</b>	Localidad con población menor a 2 500 habitantes, y no son cabeceras municipales.
<b>Localidad urbana</b>	Son localidades que tienen una población igual o mayor a 2500 habitantes o es cabecera municipal, independientemente del número de habitantes registrado o en el último Censo o Censo Nacional de Población y Vivienda.
<b>Longitud geodésica o Longitud</b>	Ángulo diedro comprendido entre el meridiano de referencia terrestre y el plano del meridiano que contiene el punto, positivo si está dirigido hacia el Este.
<b>Marco geoestadístico nacional</b>	<p>Sistema único y de carácter nacional diseñado por el INEGI, para referenciar geográficamente la información estadística de los censos y las encuestas.</p> <p>Es la división del país en áreas Geoestadísticas con tres niveles de desagregación: Estatal (AGEE); Municipal (AGEM), Básica (AGEB).</p>
<b>Metadatos</b>	Datos sobre los datos. Información acerca de los datos que describe detalladamente sus características en términos de contenido, calidad, proyección sistema de coordenadas, formas de distribución. Elaborados bajo la norma que para tal fin defina, establezca y difunda la autoridad competente.
<b>Metabuscadores</b>	Son sistemas desarrollados para resolver la problemática de tener que acceder a varios motores de búsqueda o directorios para recuperar una información más completa sobre un tema, ya que estos sistemas se encargan de efectuar las búsquedas, colecciona las respuestas recibidas y las unifica
<b>Modelado</b>	Consiste en describir, clasificar y caracterizar objetos / elementos y mediante una comparación de similitud con la realidad, aproximarles a un modo de clasificación topológica ya sea geométrica o de imagen.
<b>Modelo cliente-servidor</b>	Modelo de comunicación entre computadoras conectados a través de una red en el cual hay uno, llamado servidor, que satisface las peticiones realizadas por otro llamado cliente.
<b>Modelo de color RGB</b>	Modelo de color basado en los colores primarios, rojo, verde y azul, los cuales corresponden a las longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético.

<b>Modelo de sistemas de recuperación de información</b>	Un modelo de Sistema de recuperación de información es el marco donde a partir de las vistas lógicas o representaciones de los documentos de la colección y de las consultas del usuario, han de quedar definidas la estrategia para evaluar la relevancia de un documento respecto a una consulta, los métodos para establecer la importancia (orden) de los documentos de salida y los mecanismos que permiten una realimentación por parte del usuario para mejorar la consulta.
<b>Modelo digital de cobertura</b>	Es un Modelo Digital de Elevación en el que los datos de elevación corresponden a la superficie topográfica y en los casos donde existe vegetación densa, edificaciones o construcciones, a la superficie que conforman estos elementos.
<b>Modelo digital de elevación (MDE)</b>	Es un arreglo de valores numéricos que corresponden con los valores estimados de elevación de puntos en el terreno. Estos puntos están espaciados y distribuidos de forma regular, de acuerdo con un patrón que corresponde a una retícula en la que sus lados son de la misma dimensión. La representación a partir de estos puntos es un modelo simplificado de la geometría del terreno.
<b>Motor de búsqueda</b>	<p>Son sistemas que de forma automática indexan una porción de los documentos residentes en la globalidad de la web y permiten localizar información a través de la formulación de una pregunta. Asimismo, manejan también grandes bases de datos de referencias a páginas web que han sido creadas a través de un proceso automático, sin intervención humana y generalmente de mayor tamaño.</p> <p>Los motores de búsqueda recopilan la información gracias a uno o varios agentes de búsqueda (robots, spiders o crawlers) que recorren la web, a partir de una relación de direcciones de partida, recopilando nuevas páginas para el motor y generando una serie de etiquetas que permiten su indexación en la base de datos.</p> <p>Un motor de búsqueda no cuenta con subcategorías como los directorios, sino con avanzados algoritmos de búsqueda que analizan las páginas que tienen en su memoria y con ello proporcionan el resultado más adecuado a una búsqueda.</p>
<b>Multidisciplinar</b>	Es una mezcla no-integradora de varias disciplinas, en la que cada disciplina conserva sus métodos y suposiciones sin cambio o desarrollo de las otras.
<b>Modelo digital de superficie o del terreno</b>	Es un modelo digital de elevación en el que los datos de elevación corresponden a la superficie topográfica o del terreno.

<b>Modelo de datos espaciales</b>	Es un conjunto de reglas conceptuales para formar representaciones del territorio en un entorno digital y discreto. Un modelo de datos establece los términos en que las entidades abstraídas del mundo real se diseñan para ser conceptualizadas como objetos y éstos a través de las especificaciones que declara el modelo sean transformados en datos espaciales.
<b>Navegador</b>	Véase Browser.
<b>Nombre geográfico</b>	<p>Sustantivo propio, generalmente asociado a un término genérico, que identifica un rasgo geográfico. Para efectos generales, el término topónimo se considera sinónimo de nombre geográfico.</p> <p>Es la expresión por la cual se conoce una entidad geográfica en particular (Topónimo, hidrónimo, orónimo, epónimo, etc.)</p>
<b>Norma</b>	Regla de conducta obligatoria en su cumplimiento orientada a regular determinada actividad y que es emitida por autoridad competente.
<b>Núcleo</b>	Es la parte central de elementos esenciales para describir y documentar los datos, los cuales son el mínimo imprescindible que conforman al estándar ISO 19115.
<b>Objetos espaciales</b>	Son abstracciones del espacio geográfico real que pueden corresponder con elementos de la naturaleza, con elementos producto de la mano del hombre o a meras abstracciones numéricas derivadas del tratamiento de cifras relacionadas con el objeto que se modela. Su característica intrínseca es la referencia espacial en dos o tres dimensiones, además, un objeto puede contener una dimensión temporal con fines de comparabilidad.
<b>Ocurrencia</b>	Es la presencia de un Objeto Espacial en un conjunto de datos.
<b>Ortofoto digital</b>	Es una imagen de una fotografía aérea u otros sensores remotos, de la superficie de la Tierra, en la cual han sido removidos los desplazamientos causados por la inclinación de la cámara o sensor y el relieve del terreno. Esta referida geográficamente por lo que posee las características geométricas de un mapa además de la calidad pictórica de la fotografía.

<b>Ortorrectificación</b>	Proceso fotogramétrico que asegura que cada elemento de la imagen o píxel, esté en su posición geográfica correcta. Corresponde en esencia a transformar el sistema de proyección central de la fotografía a una proyección ortogonal.
<b>Paisaje</b>	Entorno natural que se forma del relieve, aguas, clima, suelo, minerales, vegetación y la vida animal.
<b>Pendiente</b>	Parámetro morfométrico que expresa la inclinación del terreno respecto del plano horizontal. Es una condición topográfica que corresponde a la diferencia de la elevación en metros por cada cien metros horizontales; se expresa en términos de porcentaje.
<b>Perfil</b>	Es una selección de elementos de metadatos necesarios para satisfacer los requerimientos de documentación de información en alguna organización o país, estableciendo los tamaños y dominios para cada elemento. Así mismo, debe contener los elementos de metadatos obligatorios de la norma adoptada.
<b>Pinturas rupestres</b>	Donde existen pinturas sobre rocas, realizadas por culturas autóctonas.
<b>Pixel</b>	Del inglés Picture element, corresponde a la unidad mínima de observación en un imagen.
<b>Posición geográfica</b>	Posición de un punto en la superficie de la Tierra indicada por su latitud y longitud, sea ésta geodésica o astronómica.
<b>Precisión</b>	Grado de cercanía entre sí de mediciones repetitivas de una misma cantidad.  Porcentaje de documentos recuperados que resultan relevantes con el tema de una consulta. Su cálculo es muy simple: documentos relevantes recuperados divididos entre el total de documentos recuperados.
<b>Presentación</b>	Forma en que los resultados de una búsqueda son presentados al usuario.
<b>Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN o NLP por Natural Language Processing)</b>	Es una subdisciplina de la Inteligencia Artificial y de la lingüística computacional. Estudia los problemas inherentes al procesamiento y manipulación de lenguajes naturales.

<b>Proyección cartográfica</b>	Expresión o procedimiento matemático para producir todo o una parte de un cuerpo esférico como la Tierra sobre una hoja plana. Se trata de una poderosa herramienta matemática, cuya expresión aritmética se traduce en complejos polinomios, que regulan punto a punto las características del producto y cuya expresión geométrica permite la obtención del dibujo cartográfico. Existen distintos tipos de proyección: Conforme, Cónica, Conforme Lambert, proyección Gauss Krügger, Proyección Universal Transversa de Mercator.
<b>Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)</b>	Sistema de representación de la superficie de la Tierra sobre un plano basado en una superficie cilíndrica que es secante y en una dirección perpendicular al eje de rotación terrestre. Divide a la Tierra en 60 zonas de 6 grados de ancho cada una.
<b>Query</b>	Véase Consulta
<b>Ranking</b>	Ordenación del conjunto de documentos/resultados de la respuesta, en función de la relevancia de éstos con el tema de búsqueda, a partir de un algoritmo de alineamiento.
<b>Rasgo cultural</b>	Accidente geográfico modificado por la mano del hombre.
<b>Rasgo natural</b>	Accidente geográfico que no ha sido modificado por el hombre.
<b>Rasgo hidrográfico</b>	Elemento relacionado con los cuerpos y corrientes de agua.
<b>Rasgo orográfico</b>	Accidente relacionado con el relieve del terreno o topoforma, excluyendo las formas litorales.
<b>Rectificación</b>	Proceso de obtener fotografías verticales equivalentes a partir de fotografías con el eje inclinado, sin embargo no las libera de variaciones de escala y desplazamientos por relieve.
<b>Rectificación diferencial</b>	Esencialmente es lo mismo que rectificación, excepto que se realiza independientemente para cada píxel que conforma la imagen lo que permite corregir las variaciones de escala y desplazamientos por relieve.
<b>Recuperación de datos</b>	Se orienta a la recuperación de todos los objetos (documentos) que satisfacen las condiciones impuestas en las consultas, teniendo todos la misma relevancia.  Los datos con que trata tienen una estructura bien definida y sin ambigüedad semántica y las preguntas están altamente formalizadas.

<b>Recuperación de información</b>	Se orienta a satisfacer la necesidad de información de un usuario, normalmente expresada en lenguaje natural, recuperando aquellos objetos (documentos) que cumplan con la consulta, así como los relacionados con ésta, ordenándolos por relevancia, anteponiendo los que satisfacen de mejor manera la necesidad del usuario y relevando a las últimas posiciones los considerados menos pertinentes.
<b>Recursos naturales</b>	Son aquéllos de interés nacional para el estudio, conocimiento y aprovechamiento de los elementos naturales. Los principales son de geología, climas, suelos, vegetación y agua. De este último se excluyen los datos que corresponden al grupo de redes hidrográficas; es decir, aquéllos que definen las corrientes y cuerpos de agua de la red de drenaje superficial.
<b>Referencias geodésicas</b>	Son los datos de localización e identificación de cada uno de los puntos que forman la Red Geodésica Nacional y que constituyen la referencia exacta para ubicar en un espacio geográfico específico cualquier medición efectuada. Forman parte de este grupo los datos obtenidos en los vértices geodésicos, los bancos de nivel, las estaciones gravimétricas y las estaciones fijas.
<b>Red geodésica nacional</b>	Conjunto de puntos situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional, establecidos físicamente mediante monumentos o marcas físicas, sobre los cuales se hayan hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos, que permiten su interconexión y la determinación conjunta o por separado de su posición geodésica, altura o del campo de gravedad asociado, con relación a los sistemas de referencia considerados.
<b>Región</b>	Área continua con alguna característica uniforme.
<b>Registrar o Inscribir</b>	Se entiende como la anotación de datos de nombres geográficos, división territorial e información catastral en el Registro Nacional de Información Geográfica.
<b>Registro nacional de división territorial o RNDT.</b>	Instrumento técnico y administrativo componente del Registro Nacional de Información Geográfica, cuyo objetivo es el de integrar y registrar la información oficial de las divisiones territoriales del país, a través de una marco normativo que permita obtener datos homogéneos, estructurados y organizados, que fortalezcan el Sistema Nacional Estadístico y de Información Geográfica.

<b>Registro nacional de información catastral o RNIC</b>	Instrumento técnico, componente del Registro Nacional de Información Geográfica, conformado por un conjunto de elementos, etapas y participantes que permiten registrar, normar e integrar datos catastrales homogéneos, estructurados, organizados y relacionados entre sí, cuyo propósito final es la conformación de una base cartográfica nacional a nivel predio, la cual formará parte del Sistema Nacional Estadístico y de Información Geográfica.
<b>Registro nacional de información geográfica o RNIG</b>	Es un instrumento técnico de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica, el cual considera una serie de procesos interrelacionados que permiten el registro, administración y difusión de la información normalizada y de uso oficial relativa a nombres geográficos, división territorial, catastro e imágenes de percepción remota generada por las unidades productoras de información.
<b>Registro nacional de nombres geográficos o RNNG</b>	Unidad que forma parte del Registro nacional de información geográfica y que tiene por objeto inscribir dentro de éste, los nombres geográficos de los rasgos naturales y culturales, previamente normalizados, para su oficialización, difusión y observancia general.
<b>Relaciones espaciales</b>	Se define como la asociación geométrica entre objetos espaciales.
<b>Relevancia</b>	Medida abstracta que cuantifica cómo un documento recuperado satisface una determinada consulta. De esta manera, un documento puede considerarse relevante si el contenido del mismo posee alguna significación o importancia con motivo de la pregunta realizada por el usuario, es decir con su necesidad de información.
<b>Relieve</b>	Son los datos que representan las diferencias de altura en la superficie terrestre mediante valores que corresponden a puntos sobre el terreno, cuya ubicación geográfica está definida por coordenadas x, y, z. Formarán parte de este grupo, cuando se disponga de ellos, los modelos digitales de elevación y demás formas de representación gráfica del relieve.
<b>Representación raster</b>	Es la manera de representar un área geográfica a través de una malla formada de pequeñas celdas con propiedades particulares denominadas píxeles. Cada píxel a su vez se asocia con otros a manera de mosaico y entre ellos forman una imagen.

<b>Representación vectorial</b>	Es la manera de representar a los Objetos Espaciales utilizando las primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad puede ser representada a través de puntos, líneas o polígonos
<b>Resolución espectral</b>	Corresponde al ancho de la banda espectral y el número de éstas que registra un sensor (remoto) o que contiene la imagen.
<b>Resolución geométrica o espacial</b>	Para datos con estructura raster se refiere al tamaño físico de la unidad mínima de información o píxel.
<b>Resolución horizontal</b>	Para datos con estructura raster o reticular, la resolución horizontal corresponde a la dimensión mínima (distancia en metros, segundos de arco, etc.), de una unidad de observación, es decir la distancia mínima entre puntos de observación vecinos.
<b>Resolución radiométrica</b>	Corresponde a una cuantización digital de la energía electromagnética registrada por el sensor en un número discreto de valores. Puede ser de 8 bits (256 valores), de 10 bits (1024 valores), etc.
<b>Retícula regular</b>	Conjunto de líneas cruzadas y paralelas, equidistantes entre sí.
<b>Robot</b>	Es un programa que rastrea la estructura hipertextual de la web, recogiendo información sobre las páginas web que encuentra. Esta información se indiza y se introduce en una base de datos que es explotada posteriormente utilizando un motor de búsqueda.
<b>Rumbo</b>	Dirección de una línea con referencia a los puntos cardinales de la brújula.
<b>Scheme/Schema</b>	Modelos destinados a la representación y descripción de documentos electrónicos. Ver <i>metadatos</i> .
<b>Servicios estatales de estadística y de información geográfica</b>	El conjunto de actividades que realicen las entidades federativas en las materias de estadística y de información geográfica.
<b>Servicios nacionales de estadística y de información geográfica</b>	El conjunto de actividades para la elaboración de estadísticas y de información geográfica que desarrollen las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, y los Poderes Legislativo y Judicial de la Federación y Judicial del Distrito Federal.
<b>Servidor</b>	<p>Sistema que proporciona recursos (datos y aplicaciones principalmente).</p> <p>En Internet este término se utiliza muy a menudo para designar a los equipos y/o sistemas que proporcionan servicios a los usuarios de la Red. Ver también <i>Cliente</i>.</p>



<b>SGML</b> (Standard Generalized Markup Language / Lenguaje de Marcado de Anotaciones Generales)	Es un sistema creado para la organización y etiquetado de documentos , proporcionando una manera eficaz de estructurar los contenidos, para nuestro caso, de marcar los metadatos mediante etiquetas.
<b>Simbología</b>	Símbolo convencional utilizado para representar en la cartografía los rasgos del terreno.
<b>Sistema cartesiano de coordenadas</b>	Sistema de referencia, en relación con n ejes rectos mutuamente perpendiculares. En el contexto de coordenadas espaciales, el valor de n es 3, con lo que se tiene el Sistema Cartesiano Tridimensional.
<b>Sistema de información</b>	Es el conjunto de personas, datos, procedimientos y tecnología que funcionan integralmente con el fin de apoyar las actividades de una organización, asegurando que haya información exacta y confiable cuando se necesite.
<b>Sistema de información geográfica</b>	Sistema conformado por usuarios, generadores de datos, desarrolladores de aplicativos y entidades normativas, que cuenta con una estructura organizativa, recursos físicos, tecnológicos y de información, así como reglas de gestión, cuyas funciones principales la captura, manejo, acceso, distribución, intercambio, organización, operación, suministro, estudio, generación y regulación de diversos productos y servicios relacionados con la Información Geográfica, que tiene como fin solventar las necesidades y demandas de este tipo de información para apoyar la toma de decisiones, la planeación y la gestión de actividades, estudios y proyectos en muy diversos ámbitos, relacionados con el territorio.
<b>Sistema de recuperación de información</b>	Son sistemas automatizados que apoyan la recuperación de información de los usuarios a partir del análisis de un texto, identifica los términos considerados más representativos de su contenido, almacena dicha representación y recupera ante una consulta del usuario una lista ordenada por relevancia los documentos que satisfacen la consulta.
<b>Sistema geodésico horizontal</b>	Conjunto de vértices pertenecientes a un levantamiento geodésico horizontal, el cual está referido al Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) definido por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS).
<b>Sistema geodésico vertical</b>	Conjunto de puntos pertenecientes a un levantamiento geodésico vertical, el cual está referido al nivel de referencia vertical definido por el Datum Vertical Norteamericano de 1988 (NAVD88).

<b>Sistemas nacionales estadístico y de información geográfica o SNEIG</b>	El conjunto de datos producidos por las instituciones públicas de los Servicios Nacionales y Estatales de Estadística y de Información Geográfica, organizados bajo una estructura conceptual predeterminada, que permite mostrar la situación de interdependencia de los fenómenos económicos, demográficos y sociales, así como su relación con el medio físico y el espacio territorial.
<b>Spider</b>	Robot que navega por la red de una página a otra recogiendo información de los sitios que visita, esta información es almacenada en la base de datos del motor de búsqueda.
<b>Stemming</b>	Técnica para reducir la forma del término mediante el aislamiento de la base de la palabra, reduciéndose así el número de entradas en el índice y permitiendo la comparación de similitud de términos en la búsqueda.
<b>Tasa de error</b>	Refleja el porcentaje de documentos recuperados no relevantes sobre el total de documentos relevantes de una base de datos.
<b>Términos índices o palabras clave</b>	Términos preseleccionado que pueden ser utilizados para referenciar el contenido de un documento, los cuales normalmente son nombres o grupos de nombres. Ver también <i>Tesaurus</i> .
<b>Tesaurus</b>	Es una lista estructurada de conceptos, destinados a representar de manera unívoca el contenido de los documentos y de las consultas dentro de un sistema documental determinado, en vista a ayudar al usuario en la indización y en la correcta recuperación de la información consultada.
<b>Tira marginal</b>	Espacio cartográfico destinado para indicar la simbología, y otros datos que permiten la interpretación de la información del mapa.
<b>Topología</b>	Es el método matemático – lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos espaciales. Hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden, es decir, propiedades no métricas.
<b>Transdisciplinar</b>	Implica aquello que está al mismo tiempo entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de cada disciplina individual. Su objetivo es la comprensión del mundo actual, para lo cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento global.
<b>URL</b>	Dirección electrónica de un recurso web que especifica el protocolo de transmisión y la dirección del recurso para poder acceder a él desde cualquier computadora conectada a Internet. Ver también <i>World Wide Web</i>

<b>Usuario</b>	Persona física o moral diferente al solicitante que haga uso del Servicio Público de Información.
<b>Vértice geodésico</b>	Cualquier ubicación para el cual se han determinado o se determinarán sus coordenadas. Sinónimo de o Estación Geodésica o Punto.
<b>WGS 84</b>	Denominación del sistema de coordenadas materializado diseminado por la agencia norteamericana.
<b>World Wide Web</b>	Sistema de información distribuido, basado en hipertexto, creado a principios de los años 90 por Tim Berners-Lee, investigador en el CERN, Suiza. La información puede estar en cualquier formato (texto, gráfico, audio, imagen fija o en movimiento) y es fácilmente accesible a los usuarios mediante los programas navegadores. Ver también <i>Internet</i> .
<b>XML (eXtensible Markup Language- Lenguaje de Marcado Extensible)</b>	Lenguaje desarrollado por el W3C para permitir la descripción de información contenida en el WWW a través de estándares y formatos comunes, de manera que tanto los usuarios de Internet como programas específicos (agentes) puedan buscar, comparar y compartir información en la red.
<b>Zona UTM (Universal Transversa de Mercator)</b>	<p>El Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros.</p> <p>Se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84 ° N. Cada Huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174° W y centrado en el meridiano 177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este.</p>
<b>Zonificación</b>	Subdivisión del territorio con alguna finalidad, generalmente para asignar usos del suelo. El proceso consiste en crear divisiones o zonas para determinar diferentes usos. Suele ser una estrategia habitual en los planes generales de ordenación urbana, por ejemplo, para establecer usos del suelo: terciario, residencial, zona verde. También es un mecanismo habitual para ordenar espacios naturales protegidos y crear zonas más o menos accesibles para los visitantes, zonas donde se puede o no cazar, zonas donde se puede o no ir en bicicleta.

## Siglarlo

Siglas	Descripción
<b>ACM</b>	Association for Computing Machinery
<b>AMITI</b>	Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información
<b>ANIM</b>	Atlas Nacional Interactivo de México
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>ANZLIC</b>	The Australian and New Zealand Land Information Council
<b>ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange
<b>ASIST</b>	American Society for Information Science and Technology
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CAD</b>	Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
<b>CAM</b>	Computer Aided Manufacturing (Manufactura Asistida por Computadora)
<b>CANIETI</b>	Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información
<b>CEN</b>	Comité Europeo de Normalización
<b>CENAPRED</b>	Centro Nacional de Prevención de Desastres
<b>Centro Geo</b>	Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo"

<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CETENAL</b>	Comisión de Estudios del Territorio Nacional
<b>CETENAP</b>	Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CIDE</b>	Centro de Investigación y Docencia Económicas
<b>CINDOC</b>	Centro de Información y Documentación Científica
<b>CLEF</b>	Cross Language Evaluation Forum
<b>CMS</b>	Content Manager System (Sistema de Administración de Contenidos)
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONACYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>CONAFOR</b>	Comisión Nacional Forestal
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua
<b>CONANP</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>CSDGM</b>	Content Standard for Digital Geospatial Metadata
<b>CSI</b>	Communications Services Interface
<b>CSW</b>	Web Catalogue Service (Servicio de Catálogo Web)
<b>CTREIG</b>	Comités Técnicos Regionales de Estadística e Información Geográfica
<b>CUDI</b>	Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet

<b>DBMS</b>	Data Base Manager System (Sistema Administrador de Bases de Datos)
<b>DMS</b>	Document Manager System (Sistema Manejador de Documentos)
<b>DURSI</b>	Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació
<b>DVD</b>	Digital Video Disc / Digital Versatile Disc
<b>ENV</b>	Euro Norme Voluntaire
<b>ESDIG</b>	Espacio digital geográfico
<b>ESRI</b>	Environmental System Research Institute
<b>E.U.A</b>	Estados Unidos de América
<b>FGDC</b>	Federal Geographic Data Committee
<b>FID</b>	Federación Internacional de Documentación
<b>FMD</b>	Fundación México Digital
<b>GeoCLEF</b>	Geographical Cross Language Evaluation Forum
<b>GIR</b>	Geographical Information Retrieval
<b>GML</b>	Geographic Markup Language (Lenguaje de Mercado Geográfico)
<b>GNSS</b>	International Global Navigation Satellite Systems
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes Vía Radio)
<b>GSDI</b>	Global Spatial Data Infrastructure Association

<b>HTI</b>	Human Technology Interface
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language ( Lenguaje de Marcado de Hipertexto)
<b>ICA</b>	International Cartographic Association
<b>ICC</b>	Institut Cartogràfic de Catalunya
<b>IDE</b>	Infraestructura de Datos Espaciales
<b>IDEC</b>	Infraestructura de Dades Espaials de Catalunya (Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña)
<b>IDEE</b>	Infraestructura de Datos Espaciales de España
<b>IDEMex</b>	Infraestructura de Datos Espaciales Mexicana
<b>IFE</b>	Instituto Federal Electoral
<b>IGAC</b>	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
<b>IMS</b>	Intenet Map Server
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (su anterior denominación fue Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)

<b>INFyS</b>	Inventario Nacional Forestal y de Suelos
<b>IRIS</b>	Información Referenciada Geoespacialmente Integrada en un Sistema
<b>INSP</b>	Instituto Nacional de Salud Pública
<b>INSPIRE</b>	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
<b>ISPRS</b>	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
<b>ISI</b>	Information Services Interface
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización)
<b>KML</b>	Keyhole Markup Language
<b>KWIC</b>	Key Word In Context
<b>KWOC</b>	Key Word Out Context
<b>LAN</b>	Local Area Network (Red de Area Local)
<b>LBS</b>	Location based services (Servicios basados en la localización)
<b>LIEG</b>	Ley de Información Estadística y Geográfica
<b>LSNIEG</b>	Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica
<b>MAN</b>	Metropolitan Area Network (Red de Area Metropolitana)
<b>MDE</b>	Modelo Digital de Elevación



<b>MDT</b>	Modelo Digital de Terreno
<b>MT</b>	Machine Translation (Traducción automática)
<b>NCGIA</b>	National Center for Geographic Information and Analysis
<b>NGDF</b>	National Geographic Data Framework
<b>NGS</b>	National Geodetic Survey
<b>NIST</b>	National Institute of Standards and Technology
<b>NNI</b>	Network to Network Interface
<b>NTCIR</b>	National Institute of Informatics
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>OGC</b>	Open Geospatial Consortium
<b>OMT</b>	Object Modeling Techniques (Técnicas de Modelación de Objetos)
<b>ONG</b>	Organizaciones No Gubernamentales
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>OWL</b>	Ontology Web Language
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal)
<b>PGML</b>	Precision Graphics Markup Language (Lenguaje de Marcado de Precisión Gráfica)
<b>PLN</b>	Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP - Natural Language Processing)

<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PROCIG</b>	Proyecto Centroamericano de Información Geográfica
<b>PRONADEIG</b>	Programa Nacional de Desarrollo de Estadística y de Información Geográfica
<b>REN</b>	Reconocimiento de Entidades de Nombre (NER, Named Entity Recognition)
<b>RD</b>	Recuperación de Datos
<b>RDF</b>	Resource Description Framework (Marco para la Descripción de Recursos)
<b>RI</b>	recuperación de información
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SBR</b>	Sistema de Búsqueda de Respuestas
<b>SDE</b>	Spatial Data Engine (Motor de Datos espaciales)
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SEP</b>	Secretaría de Educación Pública
<b>SG</b>	Sub Groups (Sub Grupos de Trabajo)
<b>SGM</b>	Servicio Geológico Mexicano
<b>SGML</b>	Standard Generalized Markup Language (Lenguaje de Marcado de Anotaciones Generales)

<b>SI</b>	Sistema de información
<b>SINAPROC</b>	Sistema Nacional de Protección Civil
<b>SIAP</b>	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>SIG</b>	Sistema de información geográfica (GIS – Geographic Information System)
<b>SIGA</b>	Sistema de Información Geográfica del Agua
<b>SIGIR</b>	Special Interest Group of Information Retrieval
<b>SINIIGERSA</b>	Sistema Nacional Interactivo de Información Geográfica, Epidemiológica y de Riesgos a la Salud
<b>SQL</b>	Structured Query Language (Lenguaje Estructurado de Consulta)
<b>SMN</b>	Servicio Meteorológico Nacional
<b>SNIEG</b>	Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica
<b>SRD</b>	Sistema de Recuperación de Datos
<b>SRI</b>	Sistema de recuperación de información
<b>SRIG</b>	Sistema de recuperación de información geográfica
<b>SVG</b>	Scalable Vector Graphics (Gráficos Vectoriales Escalables)
<b>TGS</b>	Teoría General de Sistemas
<b>TC</b>	Technical Committee (Comité Técnico)

<b>TIC</b>	Tecnologías de Información y Comunicación
<b>TIN</b>	Triangular Irregular Network (Red de Triángulos Irregulares)
<b>TREC</b>	Text Retrieval Conference
<b>UML</b>	Unified Modeling Language (Lenguaje Unificado de Modelación)
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization / Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>UPI</b>	Unidades Productoras de Información
<b>VML</b>	Vector Markup Language (Lenguaje de Marcado Vectorial)
<b>W3C</b>	World Wide Web Consortium
<b>WAN</b>	Wide Area Network (Red de Área Amplia)
<b>WCS</b>	Web Coverage Service (Servicio de Cobertura Web)
<b>WFS</b>	Web Feature Service (Servicio de entidades vectoriales)
<b>WG</b>	Work Groups (Grupos de Trabajo)
<b>WiFi</b>	Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)
<b>WMS</b>	Web Map Server (Servidor Web de Mapas)

<b>XML</b>	eXtensible Markup Language / Lenguaje de Marcado Extensible
------------	---

## **Anexo. Instrumentos de recopilación de datos**

Los instrumentos de recopilación de datos que se determinaron utilizar fueron dos: el primero corresponde a un cuestionario y el segundo a una entrevista.

### **Cuestionario**

El cuestionario estuvo conformado por diecisiete preguntas, de las cuales cinco eran cerradas (precodificadas o de respuesta fija), cinco más que se complementaban con preguntas abiertas y siete eran abiertas.

No obstante que en un inicio se pensó en la formulación del cuestionario con preguntas en su mayoría cerradas para un manejo más sencillo de los datos que se recuperaran, al final se consideró más conveniente dar la posibilidad a los participantes de exponer sus conocimientos e inquietudes abiertamente, dando pautas o ejemplos a lo que se referían las preguntas y limitando un poco el espacio a las respuestas, buscando fueran respuestas concretas.

El objetivo establecido para este instrumento fue el de *recuperar información relacionada con los Sistemas de información geográfica (SIG) que actualmente operan en México, a partir de los conocimientos y apreciaciones personales y profesionales por parte de diferentes actores sociales.*

En cuanto a las preguntas formuladas, éstas se orientaron a diversos aspectos, principalmente técnicos, de los Sistemas de información geográfica que se desarrollan en México, tales como: los módulos de que constan, las herramientas de apoyo a la representación que se utilizan, los problemas con los que se encuentran, los principales aspectos de mejora, entre otros.

### **Entrevista**

En lo que se refiere a la entrevista, ésta se dirigió a personas de la más alta jerarquía relacionadas con el tema de estudio y a las que se pudo tener acceso, de las instituciones y/o organizaciones consideradas estratégicas.

El gui3n considerado para la entrevista se formul3 a partir de los aspectos m3s relevantes surgidos del cuestionario, con la intenci3n de profundizar en algunos temas espec3ficos, pero al mismo tiempo, estrat3gicos y menos t3cnicos. Lo anterior se debió principalmente a que algunos de los participantes que se pensaron entrevistar son conocedores del tema, pero no expertos en 3l.

En cuanto a los aspectos incorporados en la entrevista estuvieron: la importancia de la informaci3n geogr3fica, herramientas de apoyo para la b3squeda y recuperaci3n de informaci3n geogr3fica utilizadas, confiabilidad de los datos que se recuperan, desempe1o de los sistemas mexicanos, principales aspectos de mejora y la importancia de la estandarizaci3n y uso de normas.

# Sistemas de información geográfica en México

## Cuestionario diagnóstico

El presente cuestionario tiene como objetivo recuperar información relacionada con los Sistemas de información geográfica (SIG) que actualmente operan en México, a partir de los conocimientos y apreciaciones personales y profesionales por parte de diferentes actores sociales.

De antemano se agradece su participación y la veracidad de la información que pueda proporcionarnos.

### Datos generales del participante

Nombre:  
Formación profesional (Licenciatura/Posgrado):  
Empresa/organización:  
Cargo/Puesto:

Tipo de actor:  
☐ Usuario      ☐ Desarrollador      ☐ Integrador  
☐ Otro. Especifique por favor:

Sector al que pertenece su organización  
☐ Comercial  
☐ Gubernamental  
☐ Educativo  
☐ Investigación  
☐ Otro. Especifique por favor:

### Cuestionario

---

1. La organización en la que usted colabora cuenta con (o desarrolla) Sistemas de información geográfica?

Si ☐      No ☐

2. ¿Cuál o cuáles son las temáticas principales a la que se orientan sus Sistemas de información geográfica?

Educativa ☐  
Comercial ☐  
Medio ambiente / Ecología ☐  
Demografía ☐



Ordenamiento territorial ( )  
Geología ( )  
Turismo ( )  
Salud ( )  
Historia ( )  
Biodiversidad ( )  
Migración ( )  
Otro ( ). Especifique cuál :

3. ¿Con qué finalidad fue creado o incorporado?  
(Por ejemplo: planear la distribución de algún producto, dar seguimiento a un problema territorial como incendios, problemas epidemiológicos, sequías, desastres naturales, etc.)

---

---

---

---

---

4. ¿Quiénes son los usuarios habituales del sistema?

---

---

---

5. ¿A qué nivel(es) de la organización se encuentran vinculados los usuarios del sistema?

Directivo ( )    Mandos medios ( )    Operativos ( )    Otro ( ) Especifique cual:

---

6. ¿Cuál es la temporalidad de la información que se maneja?

Histórica ( )    Actual ( )    Prospectiva (simulaciones o proyecciones futuras): ( )

7. Los Sistemas de información geográfica con que se cuenta en su organización han sido desarrollados por:

( ) La propia organización

( ) Se han contratado servicios externos para su desarrollo y/o integración

( ) Se utiliza software comercial o de tipo open source (código abierto) para su integración.  
Señale cuáles son:

Software comercial: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Software open source: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. ¿Qué elementos o componentes integran sus Sistemas de información geográfica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. ¿Cuáles son los principales módulos de que consta sus Sistemas de información geográfica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. ¿Qué características o aspectos de funcionamiento hace que los SIG sean una herramienta estratégica para su organización?

---

---

---

---

---

---

11. La organización de los datos e información relacionada con los Sistemas de información geográfica de su organización sigue alguna norma, estándar o política particular para ello?

Si ( )                      No ( )

En caso de ser afirmativa su respuesta señale cual(es) son:

---

---

---

---

---

12. Describa brevemente los datos (tanto digitales como impresos) que alimenta a los Sistemas de información geográfica con que cuenta su organización.

---

---

---

---

---

---

13. ¿Cuál es la problemática a la que se enfrenta actualmente su organización en relación con los Sistemas de información geográfica en los siguientes aspectos:

- a. Cuestiones técnicas (por ejemplo: marcos de referencias oficiales, parámetros espaciales adecuados, transformaciones de formatos de datos, generación de catálogos de datos/metadatos)

---

---

---

---

---

- b. Cuestiones tecnológicas (por ejemplo: compatibilidad de aplicaciones con sistemas operativos, requerimientos y características de los equipos de hardware requerido (capacidad de procesamiento y almacenamiento), licenciamiento de software, software libre muy pesado y con grandes requerimientos de cómputo)

---

---

---

---

---

- c. Cuestiones de organización (por ejemplo: regulación interna en la institución, seguimiento de especificaciones y normas, aspectos legales)

---

---

---

---

---

- d. Usuarios (por ejemplo: requerimientos de información por tipos o niveles de usuarios, necesidades de formación y/o capacitación, apoyo para la resolución de dudas e inquietudes)

---

---



---



---



---

- e. Datos e Información (por ejemplo: problemática por los tipos de datos utilizados, las fuentes de información, los costos, las formas de obtención, la calidad, confidencialidad y confiabilidad de los datos, derechos de uso)

---



---



---



---



---

- f. Otros

---



---



---



---



---

14. A nivel de su organización ¿se desarrollan proyectos de colaboración e intercambio de documentos e información geográfica?

Si ( )                      No ( )

15. ¿Se participa en alguna red de cooperación?

Si ( )                      No ( )

En caso de ser afirmativa su respuesta señale con quienes:

Nombre de la red o de la institución	Nacionalidad


16. Cuenta su organización con un plan de desarrollo en el que se consideren algunos de los aspectos relacionados con los Sistemas de información geográfica?

Si ( )                      No ( )

En caso de ser afirmativa su respuesta. A qué plazo?

( ) Corto (menos de un año)

( ) Mediano (entre uno y tres años)

( ) A largo plazo (cinco años o más)

¿De qué aspectos se trata?

---



---



---



---

17. Los Sistemas de información geográfica de su organización están disponibles para:

Uso y consulta pública ( )

Sólo al interior de la organización ( )

En caso de ser posible su consulta, describa la forma o el sitio en la cual se puede acceder:

---



---



---

**iii Gracias por su participación!!!**

## **Sistemas de información geográfica en México**

### **Guión de la entrevista**

La presente entrevista tiene como objetivo recuperar información relacionada con los Sistemas de información geográfica que actualmente operan en México, a partir de los conocimientos y apreciaciones personales y profesionales por parte de diferentes actores sociales en varios aspectos considerados clave.

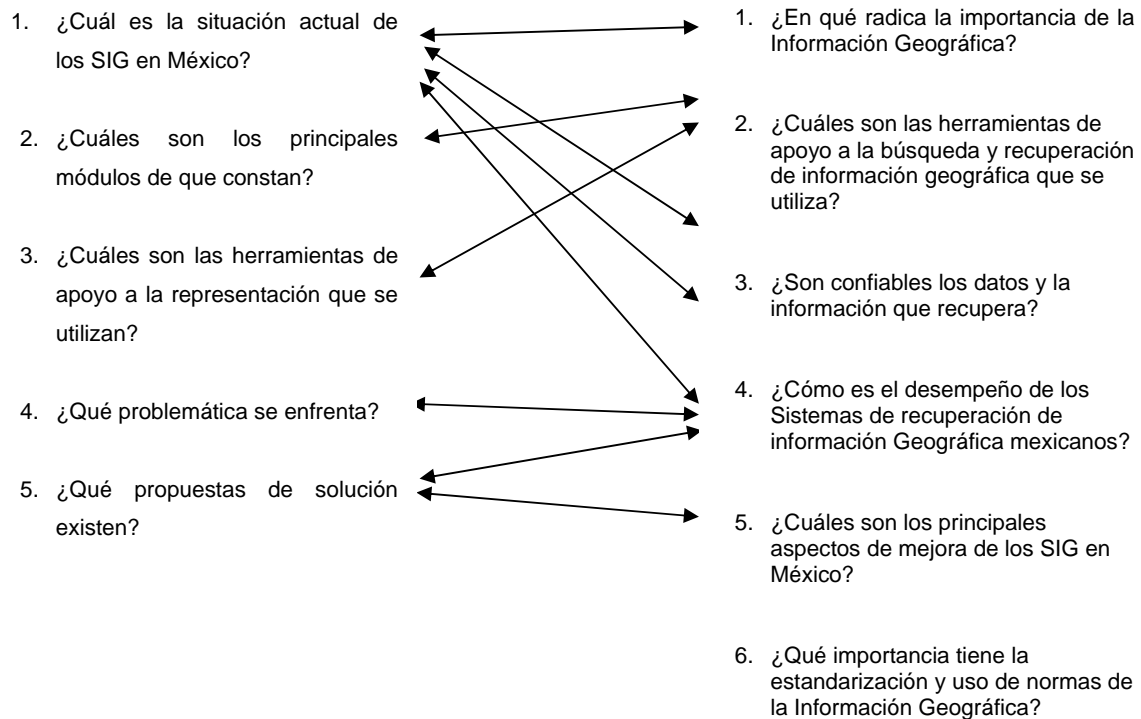
De antemano se agradece su participación y la veracidad de la información que pueda proporcionarnos.

Me podría decir por favor su nombre, así como el de la organización en donde labora y su cargo.

Preguntas:

1. ¿En qué radica para usted la importancia de la Información Geográfica?
2. ¿Cuáles son las herramientas de apoyo a la búsqueda y recuperación de información geográfica que usted utiliza?
3. ¿Son confiables los datos y la información que recupera? ¿por qué?
4. Comparativamente ¿cómo es el desempeño de los Sistemas de recuperación de información geográfica mexicanos en relación con los de otros países (por ejemplo los países europeos)?
5. ¿Cuáles son los principales aspectos de mejora de los Sistemas de información geográfica en México?
6. ¿Qué importancia tiene la estandarización y uso de normas de la Información Geográfica?

Relaciones entre los aspectos contemplados en cada uno de los instrumentos utilizados:



*Estrategia de triangulación entre las preguntas del cuestionario y de la entrevista*